



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

ANY SOFYA JARIER
NRP. 101115 00000 013

AUDREY CLAUDIST SUHERMAN
NRP. 101115 00000 093

Dosen Pembimbing
M. KHOIRI ST., MT
NIP. 19740626 200312 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**

ANY SOFYA JARIER
NRP. 101115 00000 013

AUDREY CLAUDIST SUHERMAN
NRP. 101115 00000 093

Dosen Pembimbing
M. KHOIRI ST., MT
NIP. 19740626 200312 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**STRUCTURAL CONSTRUCTION COST AND
DURATION PLANNING OF UNIVERSITAS
NEGERI SURABAYA DORMITORY BUILDING**

ANY SOFYA JARIER
NRP. 101115 00000 013

AUDREY CLAUDIST SUHERMAN
NRP. 101115 00000 093

Supervisor
M. KHOIRI ST., MT
NIP. 19740626 200312 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

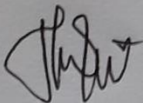
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
pada
Konsentrasi Bangunan Gedung
Program Studi D-III Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

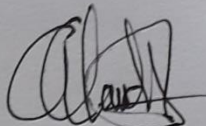
Oleh:

Mahasiswa I

Mahasiswa II



Any Sofya Jarier
NRP. 101115 000 000 13



Audrey Claudist Suherman
NRP. 101115 000 000 93



Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:
M Khoiri ST., MT.

Juli 2018

23 JUL 2010

NIP. 19740626 200312 1 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025

<http://www.diploماسpil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Any Sofya Jarier 2 Audrey Claudist Suherman
NRP : 1 101115 000 000 13 2 101115 000 000 98
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya
Dosen Pembimbing : M. Khoiri ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	02-03-2018	1. Menghitung aritmatika volume (balok, kolom, plat)				
				B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	14-03-2018	1. Setiap item pekerjaan ada gambarnya (Hitungan → Gambar)				
		2. Hitung item tambahan		B	C	K
		3. Perhitungan tulangan		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	21-03-2018	1. Gambar potongan galian (pilecap)				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	18-04-2018	1. Perbandingan volume bar-bending & RAB				
		2. Gambar bar-bending		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	2-05-2018	1. Perhitungan Atap				
		2. Metode Pelaksanaan		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Tertambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Any Sofya Jariar
NRP : 1 101115 000 00 013
Judul Tugas Akhir :

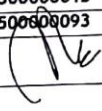
2 Audrey Claudist Suherman
2 101115 000 00 023



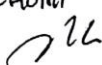
Dosen Pembimbing : M Khoiri ST, MT.

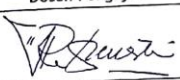
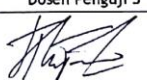
No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
6	22-05-2018	Produktivitas Kurva S				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	6-6-2018	Perbaikan hitungan biaya. Jumlah kurva S harus jadi semua				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	25-06-2018	Kurva S dengan excel. Gambar metode pelaksanaan Flow chart met pel				
				B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	26-06-2018	Lintasan kritis. - Dokumen - RRT				
				B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	02-07-2018	Gambar tampak samping List pekerjaan + Volume				
				B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

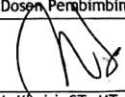
Ket :
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

	BERITA ACARA TUGAS AKHIR TERAPAN PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI ITS	No. Agenda : 041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018
		Tanggal : 9-7-2018 <i>az</i>

Judul Tugas Akhir Terapan		Perencanaan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pada Pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya	
Nama Mahasiswa 1	Any Sofya Jarier	NRP	10111500000013
Nama Mahasiswa 2	Audrey Claudist S	NRP	10111500000093
Dosen Pembimbing 1	M. Khoiri, ST. MT. PhD NIP 19740626 200312 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	- NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> • Asrama lapasan diperbaiki ✓ • privat diperbaiki ✓ • Di persil dan ada pembagian group dan pertukangan Asrama Stun 	 Ir. Srie Subekti, MT NIP 19560520 198903 2 001
✓ • cek hal 33, rumus jumlah sengkang? drmn? ✓ • kurva 5? • diperbaiki lampiran	 Dr. Yuyun Tajunnisa, ST. MT NIP 19780201 200604 2 002
<ul style="list-style-type: none"> • Kurva 5 diperbaiki? excel dan us project • kesimpulan revisi • Dosen pengajaran? gawar • Teori yg kurva 5, auto work planing • Simulasi rencana penggrup → Met Koefisien HSPK • Judul gawar halaman 55 • Intasan KERTIS 	IC40101  NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
 Ir. Srie Subekti, MT NIP 19560520 198903 2 001	Afif Navir Revani, ST. MT NIP 19840919 201504 1 001	 Dr. Yuyun Tajunnisa, ST. MT NIP 19780201 200604 2 002	- NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 M. Khoiri, ST. MT. PhD NIP 19740626 200312 1 001	- NIP -

PERENCANAAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

Nama Mahasiswa : Any Sofya Jarier
NRP : 101115 000 000 13
Jurusan : Diploma III Teknik Infrastruktur
Sipil FV-ITS
Nama Mahasiswa : Audrey Claudist Suherman
NRP : 101115 000 000 93
Jurusan : Diploma III Teknik Infrastruktur
Sipil FV-ITS
Dosen Pembimbing : M Khoiri ST., MT.

ABSTRAK

Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya Surabaya adalah bangunan 5 lantai dengan luas 2951,212 m² dan telah dibangun tahun 2014. Proyek akhir ini akan melakukan perencanaan pelaksanaan pekerjaan struktur dengan objek pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya Surabaya dari lantai 1 hingga atap sampai mendapat hasil akhir berupa waktu dan biaya pelaksanaan sesuai dengan metode yang direncanakan.

Perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan menggunakan sumber referensi utama dari Ir. A. Soedrajat s, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Penerbit “Nova”, Bandung dan referensi tentang alat berat. Perhitungan volume pekerjaan dihitung berdasarkan gambar pelaksanaan yang ada dan berdasarkan analisa. Sedangkan untuk produktivitas dan kebutuhan sumber daya setiap pekerjaan dihitung berdasarkan referensi yang

digunakan sehingga didapatkan waktu dan jumlah biaya yang diperlukan dari pelaksanaan pembangunan pada obyek studi.

Hasil durasi dan produktivitas tiap pekerjaan yang dihitung sebelumnya dapat dijadikan input pada aplikasi *software* MS Project 2010 untuk membantu dalam merencanakan penjadwalan pelaksanaan proyek beserta dengan metode pelaksanaannya. Kontrol penjadwalan dilakukan dengan melakukan analisis pada *resource graph* untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya agar tidak adanya *idle time*. Dari perencanaan yang telah disusun didapatkan hasil durasi pelaksanaan proyek tersebut adalah 286 hari dengan total biaya pelaksanaan sebesar Rp.18.174.502.548,00

Kata kunci: Penjadwalan Pelaksanaan, Waktu Pelaksanaan, Biaya Pelaksanaan

STRUCTURAL CONSTRUCTION COST AND DURATION PLANNING OF UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA DORMITORY BUILDING

Student 1 : Any Sofya Jarier
NRP : 101115 000 000 13
Program : Diploma III Civil Infrastructure Engineering
FV-ITS
Student 2 : Audrey Claudist Suherman
NRP : 101115 000 000 93
Program : Diploma III Civil Infrastructure Engineering
FV-ITS
Supervisor : M Khoiri ST., MT.

ABSTRACT

Universitas Negeri Surabaya Dormitory Building is a 5-story building with an area of 2951,212 m² and has been built in 2014. This final project covers construction cost and duration planning of structural work of Universitas Negeri Surabaya Dormitory Building from 1st floor to the roof that results in the form of cost and duration of construction in accordance with the planned method.

The calculation of the cost and duration planning are using Ir. A Soedradjat S, Analisa(Cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Publisher “Nova”, Bandung as the main reference source and also heavy equipment references .The calculation of the volume of item is calculated based on the shop drawing and the analysis. Meanwhile,for the productivity calculation and the resource needs of each job item are based on the reference which already mentioned in advance to obtain the duration and the amount of costs required from the development implementation on the object of study.

The results of duration and productivity of each work which already calculated in advance could be used as input *in Ms.Project 2010* software application to assist in planning the

scheduling of project implementation along with the method of implementation.

Scheduling control is done by analyzing the resource graph to optimize the use of resources in the absence of idle time. From the planning that has been compiled the result of the project implementation duration is 286 days with total implementation cost of Rp.18.174.502.548,00

Keywords: Scheduling Implementation, Implementation Time, Implementation Cost

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kekuatan dan keteguhan iman, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tersusunnya proyek akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami ucapkan terimakasih terutama kepada:

1. Orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan doa selama penulis menempuh perkuliahan di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV ITS.
2. Bapak M Khoiri ST., MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Machsus, ST. MT. Dr., selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil.
4. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen serta jajaran staf dan karyawan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
6. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak mendukung , memotivasi, dan membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis menantikan saran dan usul ke arah perbaikan dengan tangan terbuka dan senang hati. Demikian hasil Tugas Akhir penulis, semoga bermanfaat bagi penulis pribadi dan rekan-rekan mahasiswa lainnya.

Surabaya, Juni 2018
Penyusun

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Identifikasi Proyek.....	3
1.7 Peta Lokasi	4
1.8 Tampak Bangunan.....	4
BAB II	9
TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Umum	9

2.2	Pekerjaan Galian.....	9
2.3	Pekerjaan Pemancangan	17
2.4	Pekerjaan Urugan	21
2.5	Pekerjaan Lantai Kerja	24
2.6	Pekerjaan Bekisting	24
2.7	Pekerjaan Pembesian.....	31
2.8	Pekerjaan Pengecoran.....	40
2.9	Pekerjaan Pengangkatan	46
2.10	Perhitungan Biaya	48
2.11	Metode Pelaksanaan	48
2.12	Analisa Harga Satuan	59
2.13	Pekerjaan Atap	60
BAB III.....		63
METODOLOGI		63
3.1.	Uraian Umum	63
3.2.	Metodelogi.....	63
3.3.	Bagan Alir (<i>Flow Chart</i>)	65
BAB IV.....		71
PERHITUNGAN VOLUME, DURASI DAN BIAYA		71
4.1	Umum.....	71
4.2	Pekerjaan Galian.....	71

4.3	Pekerjaan Pemancangan	80
4.4	Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang	86
4.5	Pekerjaan Urugan	87
4.6	Pekerjaan Lantai Kerja	96
4.7	Pekerjaan Bekisting	106
4.8	Pekerjaan Pembesian	132
4.9	Pekerjaan pengecoran	181
4.10	Kurva S	236
4.11	Hubungan Antar Kegiatan dan Rincian Anggaran Pelaksanaan	237
BAB V		243
PENUTUP		243
5.1.	Kesimpulan	243
5.2.	Saran	243
DAFTAR PUSTAKA		247

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya	4
Gambar 1. 2 Bangunan Asrama Universitas Negeri Surabaya Tampak Depan[1]	5
Gambar 1. 3 Bangunan Asrama Universitas Negeri Surabaya Tampak Samping[2]	6
Gambar 2. 1 Tipe <i>Pile Cap</i> (1) PC1 berbentuk segitiga	10
Gambar 2. 2 Salah satu potongan pile cap tipe PC1	10
Gambar 2. 3 Tipe <i>Pile Cap</i> (1)PC2 berbentuk	12
Gambar 2. 4 Potongan PC 2	12
Gambar 2. 5 Salah Satu Potongan <i>Tie Beam</i> Tipe TB1-2	16
Gambar 2. 6 Bentuk Tiang Pancang	17
Gambar 2. 7 Penempatan Tiang Pancang	18
Gambar 2. 8 Alur Pemancangan	20
Gambar 2. 9 Bekisting Kolom	25
Gambar 2. 10 Bekisting Kolom Setelah Direduksi	26
Gambar 2. 11 Bekisting Balok	26
Gambar 2. 12 Gambar Sambungan (ls)	31
Gambar 2. 13 Potongan Tulangan Balok Sisi Atas	33
Gambar 2. 14 Potongan Tulangan Balok Sisi	34
Gambar 2. 15 Tampak Atas Tulangan Balok Sisi Samping	34
Gambar 2. 16 Tampak Atas Tulangan Sengkang	34
Gambar 2. 17 Potongan Plat Sisi Samping	35
Gambar 2. 18 Potongan Tulangan Kolom	36
Gambar 2. 19 Tampak Atas Tulangan Sengkang	36
Gambar 2. 20 Concrete Pump Model IPF90B-5N21	42
Gambar 2. 21 Truck Mixer Kapasitas 5 m ³	42
Gambar 2. 22 Grafik Hubungan Antara Delivery	45

Gambar 2. 23 Kurva S51

Gambar 2. 24 Network Planning AOA56

Gambar 4. 1 Denah Pile Cap 82

Gambar 4. 2 Penulangan Balok Tie Beam S1 144

Gambar 4. 3 Penulangan Kolom 165

Gambar 4. 4 *Resource Graph*238

Gambar 4. 5 *Bar Chart*..... 239

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kapasitas Orang Menaikkan Tanah Kedalam Alat Angkut dengan Sekop.....	13
Tabel 2. 2 Kapasitas Angkut, Jarak Ekonomis, Waktu Memuat dan Membongkar dan Kecepatan Angkut	14
Tabel 2. 3 Faktor Kondisi Alat	19
Tabel 2. 4 Kecepatan Produksi Pekerjaan Timbunan dengan Tangan/Alat Sekop	23
Tabel 2. 5Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton Tiap Luas Cetakan Beton Tiap Luas Cetakan 10 m ²	28
Tabel 2. 6Keperluan Jam Kerja Buruh untuk Pekerjaan Cetakan Beton	30
Tabel 2. 7Sambungan Lewatan dan Panjang Angker.....	32
Tabel 2. 8 Pola Bengkokan (Lengkukan) pada UjungTulangan .	32
Tabel 2. 9Daftar Besi Beton dan Ukurannya dalam mm yang Terdapat pada Perdagangan.....	37
Tabel 2. 10 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan untuk Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan	38
Tabel 2. 11 Jam Kerja Buruh yang Dibutuhkan Untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan	39
Tabel 2. 12 Spesifikasi <i>Concrete Pump</i> Model	42
Tabel 2. 13 Hasil Perhitungan Diagram AOA [12]	58
Tabel 2. 14 Kebutuhan Baut.....	60
Tabel 2. 15 Jam Kerja Tiap Ton Baja Berdasarkan Jenis Pekerjaan	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya Surabaya berlokasi di Universitas Negeri Surabaya Kampus Lidah Wetan, Surabaya memiliki jumlah lantai 5 lantai. Proyek ini dikerjakan oleh PT. INTI RIMBA PERSADA.

Pada penyusunan proyek akhir ini penulis akan membahas tentang cara penjadwalan waktu dan anggaran biaya dalam pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya dari lantai 1 sampai lantai 5 untuk pekerjaan struktur saja. Waktu atau durasi pelaksanaan ditentukan dengan menghitung total volume suatu pekerjaan dibagi dengan kapasitas produksi tiap pekerjaan. Biaya pelaksanaan meliputi biaya yang diperlukan dalam penyediaan tenaga kerja, alat, dan bahan material.

Pekerjaan yang akan dihitung biaya pelaksanaan dan penjadwalan waktunya meliputi pekerjaan galian, pekerjaan pemancangan, pekerjaan *pile cap*, pekerjaan *tie beam*, pekerjaan kolom, pekerjaan balok, dan pekerjaan pelat. Dalam membuat tugas akhir ini dibantu dengan menggunakan *software* Microsoft Project 2013 dengan menginput data durasi dan biaya masing-masing pekerjaan yang telah dihitung sebelumnya.

Bab I menjelaskan latar belakang dan gambaran umum tentang proyek akhir ini. Bab II menjelaskan teori yang digunakan untuk menentukan durasi dan biaya dari setiap jenis pekerjaan pada pelaksanaan pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya Surabaya. Bab III merupakan penjelasan metodologi penyelesaian tugas

akhir. Bab IV adalah perhitungan volume dan biaya material dengan landasan teori pada Bab II. Bab V adalah bab tentang kesimpulan dan saran dari hasil perhitungan dan perencanaan yang telah dibuat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perhitungan Rencana Anggaran Biaya pada pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya?
2. Bagaimana penjadwalan waktu dan metode pelaksanaan pada pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan proyek akhir ini penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas, diantaranya:

1. Perhitungan hanya pada pekerjaan struktur utama gedung yang meliputi pekerjaan pondasi, kolom, balok, pelat lantai, tangga, dan pada pekerjaan atap.
2. Harga dasar, upah dan bahan setiap pekerjaan menggunakan Harga Satuan Pokok Kegiatan 2017
3. Analisa produktifitas setiap item pekerjaan menggunakan referensi dari Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Buku Referensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil, HSPK (Harga Satuan Pokok Pekerjaan) 2017 Surabaya.
4. Perhitungan harga mandor, tukang, dan buruh menggunakan referensi dari HSPK (Harga Satuan Pokok Pekerjaan) 2017 Surabaya dan untuk perhitungan harga alat berat dan operator menggunakan referensi berupa brosur dan internet

1.4 Tujuan

Tujuan yang terkait dalam penulisan proyek akhir ini adalah:

1. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya.
2. Menyusun penjadwalan waktu dan metode pelaksanaan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penulisan proyek akhir ini adalah:

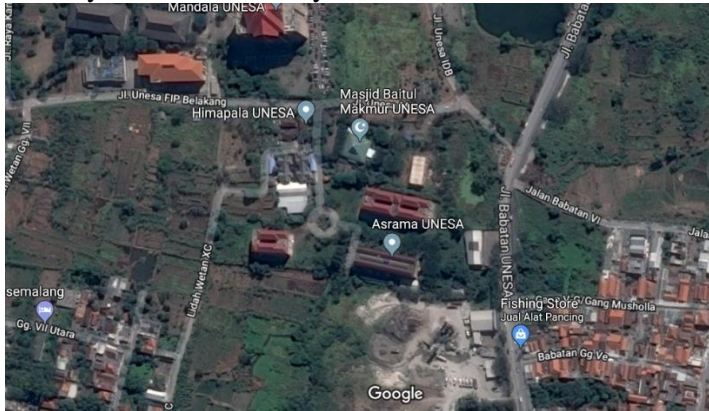
1. Mengetahui cara menghitung anggaran biaya Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya.
2. Mengetahui cara menghitung waktu dan metode pelaksanaan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya

1.6 Identifikasi Proyek

Nama Proyek	: Asrama Universitas Negeri Surabaya,
Lokasi Proyek	: Universitas Negeri Surabaya Kampus Lidah Wetan, Surabaya, Jawa Timur
Kontraktor Pelaksana	: PT. INTI RIMBA PERSADA
Konsultan Perencana	: CV. SEKAR FAJAR TIMUR
Konsultan Pengawas	: CV. GUNA HARSA
Jenis Proyek	: Swasta
Luas Bangunan	: 682.08 m ²
Luas Area	: 925.26 m ²
Tinggi Bangunan	: 16.4 m
Waktu pengerjaan	:120 Hari kalender (November – Maret,sesuai kontrak.

1.7 Peta Lokasi

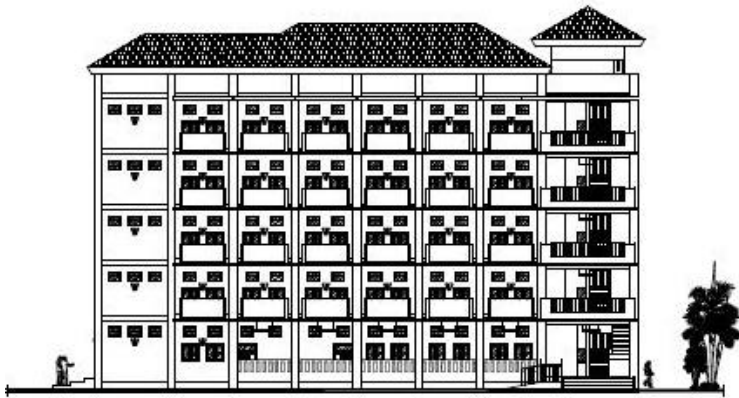
Bangunan yang digunakan pada Tugas Akhir Terapan ini adalah Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya –Surabaya, Jawa Timur.




Gambar 1. 1 Lokasi Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya

Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya dibangun di atas lahan seluas 925.26m² dengan luas bangunan 682.08 m². Gedung lima lantai ini berada di area Universitas Negeri Surabaya (UNESA) – Kampus Lidah Wetan yang bertempat di Jalan Babatan UNESA. Gedung asrama ini terletak sejauh 62.73 meter di sebelah barat bangunan gedung asrama lama. Lokasi gedung asrama Universitas Negeri Surabaya ini dekat dengan bundaran jalan utama sehingga mudah di akses oleh penghuni asrama maupun pengunjung.

1.8 Tampak Bangunan




TAMPAK DEPAN
 ASRAMA UNESA
 SKALA 1:200

Gambar 1. 2 Bangunan Asrama Universitas Negeri Surabaya Tampak Depan[1]



Gambar 1. 3 Bangunan Asrama Universitas Negeri
Surabaya Tampak Samping[2]

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pada bab ini dibahas teori-teori yang digunakan pada Tugas Akhir ini dalam merencanakan waktu dan biaya pelaksanaan untuk proyek pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya Surabaya dari lantai 1 sampai lantai 5.

Ruang lingkup pekerjaan meliputi pekerjaan struktur bawah yang terdiri dari pekerjaan galian, pemancangan, pile cap, dan tie beam serta pekerjaan struktur atas yang terdiri dari pekerjaan kolom, balok, dan plat pelaksanaan pekerjaan dilaksanakan oleh tenaga pekerja (manual) dan bantuan alat berat. Untuk penentuan produktivitas digunakan referensi Ir. Soedrajat dengan diambil nilai rata-rata. Berikut ini akan dibahas teori perhitungan volume, waktu, dan biaya untuk masing-masing pekerjaan.

2.2 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian pada metode pelaksanaan gedung Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu galian *pile cap* dan galian *tie beam*.

2.2.1 Pekerjaan Galian Pile Cap

Pada proyek ini tipe *pile cap* ada 2 yaitu PC1 berbentuk segitiga, dan PC2 berbentuk persegi. Denah *pile cap* lihat lampiran 1.

2.2.1.1 Volume Pekerjaan Pile Cap

- *Pile cap* tipe PC1

lantai kerja)..... (2.5)

- $Luas = \frac{1}{2} \times a \times (t + \text{tebal batu bata}) \dots(2.6)$

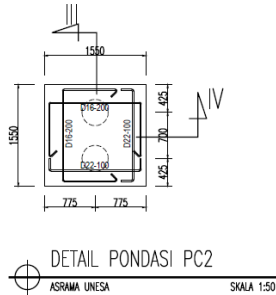
- Volume galian = Luas alas (m²) x tinggi (m) (2.7)

Keterangan:

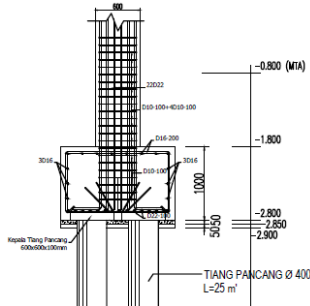
Tebal lantai kerja = 5 cm

Tebal urug sirtu = 5 cm

- *Pile cap* tipe PC2



Gambar 2. 3 Tipe *Pile Cap* (1)PC2 berbentuk persegi



Gambar 2. 4 Potongan PC 2

Maka rumus galian sebagai berikut:

- Tinggi galian lihat persamaan 2.5
- Luas = {sisi (m) + 2 x tebal batu bata (m)}²..(2.8)
- Volume galian lihat persamaan 2.7

2.2.1.2 Kebutuhan Sumber Daya

- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor membawahi 20 tukang)
 - 1 tukang gali
 - 1 buruh angkut

- Alat
 - Sekop
 - Kereta dorong

2.2.1.3 Kapasitas Produksi Galian *Pile Cap*

Pekerjaan galian tanah untuk *pile cap* dilakukan dengan menggunakan sekop yang kemudian diangkut dengan kereta tarik 2 roda. Hasil dari cara menggali dengan tangan tergantung dari keterampilan buruhnya, pengawasannya, keadaan atau jenis tanahnya, tinggi angkatnya, dan keadaan setempat.

Tabel di bawah ini merupakan kapasitas orang menaikkan tanah ke dalam alat angkut dengan sekop. Dengan diambil nilai rata-rata dari jenis tanah liat, dari permukaan tanah.

Tabel 2. 1 Kapasitas Orang Menaikkan Tanah Kedalam Alat Angkut dengan Sekop

Jenis tanah	m ³ / Jam kerja	Jam / m ³
Tanah lepas, dari permukaan tanah	0,90 – 2,00	0,53 – 1,13
Tanah sedang, dari permukaan tanah	0,75 – 1,50	0,65 – 1,30
Tanah liat, dari permukaan tanah	0,60 – 1,15	0,85 – 1,65
Cadas, dari permukaan tanah	0,50 – 0,95	1,00 – 1,85
Tanah lepas, dari lobang galian	0,85 – 1,75	0,55 – 1,20
Tanah sedang, dari lobang galian	0,65 – 1,35	0,70 – 1,85

Tanah liat, dari lobang galian	0,50 – 1,00	0,95 – 1,90
Cadas, dari lobang galian	0,45 – 0,85	1,10 – 2,10

Sumber: Soedrajat (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 3-3. Halaman 34.

Mengangkut tanah galian *pile cap* disesuaikan dengan jarak antara lubang galian ke tempat pembuangan. Di bawah ini adalah tabel kapasitas alat angkut dan mengangkut tanah galian sesuai dengan jenis alat angkut. Jenis alat angkut yang dipilih adalah kereta tarik 2 roda dengan kapasitas 0,15 m³.

Tabel 2. 2 Kapasitas Angkut, Jarak Ekonomis, Waktu Memuat dan Membongkar dan Kecepatan Angkut

Jenis alat angkut	Kapasitas m ³	Jarak angkut ekonomis m	Waktu (menit)		km/jam Kecepatan angkut	
			Memuat	Membongkar	Bermuatan	Kosong
1. Kereta dorong * (wheel barrow)	0,05 – 0,11	sampai 50	1,0 – 3,0	0,2 – 0,4	25 – 45	35 – 60
2. Kereta tarik 2 roda (dengan orang)	0,05 – 0,15	sampai 50	1,0 – 3,0	0,2 – 0,4	25 – 45	35 – 60
3. Front end loader's a. roda empat	0,25 – 1,50	sampai 500	0,5 – 1,0	0,2 – 0,5	6,5 – 24	10 – 32
b. dengan roda rantai	0,25 – 6,80	sampai 500	0,5 – 1,3	0,2 – 0,7	4,8 – 20	6 – 24
4. Gerobak ditarik traktor **	2,25 – 19	sampai 850	1,0 – 3,0	0,3 – 1,0	4,8 – 16	6 – 20
5. Scraper ditarik traktor ***						
a. dengan roda rantai	3,80 – 22,5	sampai 850	1,0 – 2,0	0,3 – 1,0	5 – 11	6 – 16
b. ban karet	3,80 – 22,5	sampai 1750	1,0 – 2,0	0,3 – 1,0	16 – 32	24 – 48
6. Dump truck ***	1,50 – 15,0	diatas 175	1,0 – 3,0	0,5 – 2,0	16 – 75	24 – 95

Keterangan:

* Kecepatan dalam m/menit

** Traktor dapat menarik lebih dari satu gerobak

*** Ukuran alat daya angkut ada yang lebih besar

Sumber: Soedrajat (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung:Nova. Tabel 3-7. Halaman 38.

2.2.1.4 Durasi

- Menggali

$$= \frac{\text{Keperluan jam kerja} \times \text{vol.galian}}{\text{jam kerja efektif}} : \text{jml. grup} \quad (2.14)$$

Keperluan jam kerja didapat dari tabel 2.6 diambil nilai tengah dari jenis tanah liat, dari permukaan tanah.

- Mengangkut galian

Berdasarkan alat angkut yang dipilih dari tabel 2.7

$$= \text{memuat} + \text{mengangkut} + \text{membongkar} + \text{kembali dg muatan kosong} \dots\dots\dots (2.15)$$

Durasi dalam hari

$$= \frac{\text{total waktu mengangkut}}{\text{jam kerja efektif}} \dots\dots\dots (2.16)$$

Total durasi pekerjaan pile cap

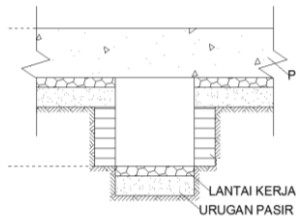
$$= \text{menggali} + \text{mengangkut} \dots\dots\dots (2.17)$$

2.2.2 Pekerjaan Galian *Tie Beam* atau *Sloof*

Sloof berbentuk balok jika dalam gambar 3 dimensi sehingga volume galian *tie beam* menggunakan rumus volume balok. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

- Tinggi galian

$$t = h_{\text{balok}} + \text{tebal pasir padat} + \text{tebal lantai kerja} - (\text{galian plat lantai} + \text{tebal pasir padat} + \text{tebal lantai kerja}) \dots\dots\dots (2.18)$$



Gambar 2.11

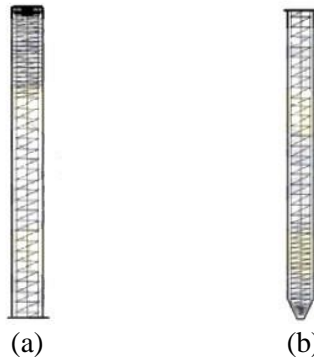
Gambar 2. 5 Salah Satu Potongan *Tie Beam* Tipe TB1-2

- Luas galian
 $L = (\text{lebar balok} + (2 \times \text{tebal batu bata})) \times \text{tinggi galian} \dots\dots\dots (2.19)$
- Volume galian
 $V = \text{luas galian (m}^2\text{)} \times \text{panjang galian (m)} \dots\dots (2.20)$

2.3 Pekerjaan Pemancangan

2.3.1 Volume Pekerjaan Pengadaan Tiang Pancang

Tiang pancang yang digunakan berupa *Spun Pile* yang panjangnya 25 m dengan dua segmen, satu segmen 14 m sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Bentuk Tiang Pancang

(a) Bentuk tiang pancang bagian atas

(b) Bentuk tiang pancang bagian bawah

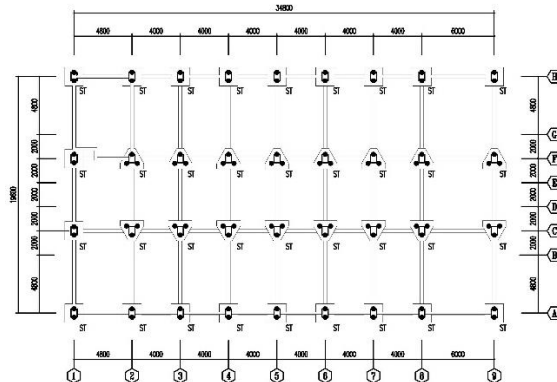
Peralatan pemancangan menggunakan *Injection System (piling) ZYC600* dengan data-data sebagai berikut :

- *Piling speed* : 4 m/menit
- *Pace longitudinal* : 3,6 m
- *Pace Horizontal* : 0,7 m
- *Circle pile max* : 0,6 m
- *Pile hanging length* : 15 m
- *Work length* : 13.5 m
- *Work width* : 8.08 m
- *Transpot height* : 3.15 m

Pekerjaan pengadaan tiang pancang disesuaikan dengan spesifikasi tiang pancang yang telah

direncanakan untuk Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya. Untuk perhitungan pengadaan tiang pancang adalah:

Volume tiang pancang = titik pancang (2.21)



Gambar 2. 7 Penempatan Tiang Pancang

2.3.2 Kebutuhan Sumber Daya

- Bahan
- Tenaga Kerja
 - Operator
 - 1 grup terdiri dari:
 - 1 mandor (membawahi 20 pekerja)
 - 3 pekerja
- Alat
 - Injection Hydraulic

2.3.3 Kapasitas Produksi Pekerjaan Pemancangan

$$\text{Kapasitas produksi / jam } Q = \frac{V \times p \times F_a \times 60}{T_s} \dots\dots (2.22)$$

V = kapasitas alat 1 titik, titik

F_a = Faktor efisiensi alat, lihat tabel 2.3

p = panjang tiang pancang tertanam dalam satu titik, m

T_s = Waktu siklus pemancangan, menit

Tabel 2. 3 Faktor Kondisi Alat

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Tabel 9. Halaman 36.

2.3.4 Durasi Pemancangan

Perhitungan yang dibutuhkan untuk menghitung waktu siklus pemancangan adalah:

- Waktu Persiapan

Waktu persiapan berikut ini berdasarkan keterangan dilapangan :

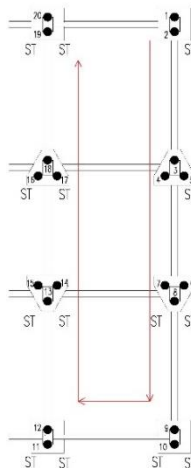
- Waktu yang dibutuhkan untuk *centering* alat pancang ke titik yang akan dipancang (t_1) adalah 5 menit
- Setelah alat berada pada titik yang sudah ditentukan tiang pancang diangkat ke alat pancang (t_2) dalam waktu 2 menit
- Kemudian tiang pancang *dicentering* pada alat. Waktu yang dibutuhkan (t_3) adalah 0,25 menit

- Waktu Pemancangan (t_4)

Waktu yang dibutuhkan untuk pemancangan 1 segmen menggunakan rumus :

$$(t_4) = \frac{\text{panjang tiang pancang (m)}}{\text{kecepatan pancang (m/min)}} \dots\dots\dots (2.23)$$

- Waktu persiapan segmen 2
Waktu persiapan ini diperlukan apabila tiang pancang lebih dari 1 segmen:
 - Setelah segmen 1 dipancang maka dilakukan penyambungan tiang pancang (segmen 2) dengan cara dilas (t_5) dalam waktu 30 menit
 - Untuk mempermudah pemancangan dipasang ruyung. Waktu yang dibutuhkan setting ruyung (40 cm) pada tiang pancang (t_6) adalah 0,5 menit
 - Waktu pengambilan ruyung ke tiang pancang yang akan digunakan (t_7) adalah 2,5 menit
- Waktu perpindahan alat (t_8)
Waktu perpindahan posisi alat pancang diperlukan apabila pemancangan tidak hanya 1 titik saja tetapi beberapa titik:
Kecepatan perpindahan alat pancang adalah 1,6 m/min



Gambar 2. 8 Alur Pemancangan

Waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan posisi alat (t_8) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$(t_8) = \frac{\text{Jarak Perpindahan}(m)}{\text{kecepatan perpindahan } (m/min)} \dots\dots\dots (2.24)$$

Total waktu yang dibutuhkan untuk pemancangan satu titik tiang pancang:

$$T_s = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 \dots\dots\dots (2.25)$$

Durasi yang dibutuhkan untuk pemancangan seluruhnya:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{jumlah titik}}{\text{produktifitas}} \dots\dots\dots (2.26)$$

2.3.5 Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang

Pada proyek ini dilakukan pemotongan ujung atas tiang pancang dengan kapasitas pemotongan tiang pancang berdasarkan buku referensi untuk kantor PP yaitu 6 titik per hari.

Kebutuhan jam kerja untuk pekerjaan pemotongan tiang pancang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Untuk 1 grup pekerja} = \frac{\text{volume tiang anjang}}{6 \text{ buah/hari}} \dots\dots (2.27)$$

1 grup pekerja terdiri dari:

- 1 mandor (mampu membawahi 20 tukang)
- 2 buruh potong

2.4 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan urugan ini menggunakan material pasir urug dan sirtu (pasir batu). Urugan di bawah lantai kerja menggunakan tenaga pekerja.

Urugan di bawah lantai kerja meliputi urugan *pile cap*, pit lift, *tie beam*, dan plat dasar dengan tinggi urugan setebal 50 mm dengan lebar urugan ditambahkan lebar batu bata sebagai bekisting struktur bawah.

2.4.1 Pekerjaan Urugan Pile Cap

2.4.1.1 Volume Pekerjaan Urugan Pile Cap

Pada proyek ini tipe *pile cap* ada 2 yaitu PC1, dan PC2 dengan tinggi urugan 5 cm. Detail gambar tinggi urugan tertera pada gambar 2.6.

- Pile cap tipe PC1 (berbentuk segitiga). Gambar untuk type PC ini tertera pada gambar 2.5.

Karena perhitungan luas permukaan urugan sama dengan rumus luas permukaan galian maka lihat rumus 2.6.

Karena perhitungan volume urugan sama dengan rumus volume galian maka lihat rumus 2.7.

- Pile cap tipe PC2 (berbentuk persegi). Gambar untuk type PC ini tertera pada gambar 2.6.

Karena perhitungan luas permukaan urugan sama dengan rumus luas permukaan galian maka lihat rumus 2.8.

Karena perhitungan volume urugan sama dengan rumus volume galian maka lihat rumus 2.7.

2.4.2.2 Kebutuhan Sumber Daya

- Bahan
 - Pasir urug
- Tenaga Kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - 1 mandor (membawahi 20 tukang)
 - 1 tukang urug
 - 2 buruh urug

2.4.2.3 Kapasitas Produksi Urugan Pile Cap

Pekerjaan urugan dibedakan dari jenis tanah, alat bantu kerja, menimbun saja, dan menimbun dengan dipadatkan. Pada proyek ini karena dimensi pekerjaan urugan tidak terlalu besar maka tidak perlu dengan alat berat. Perhitungan kapasitas produksi menggunakan tabel di bawah ini:

Tabel 2. 4 Kecepatan Produksi Pekerjaan Timbunan dengan Tangan/Alat Sekop

Jenis tanah	Menimbun saja		Menimbun dan memadatkan	
	m ³ /jam	Jam/m ³	m ³ /jam	Jam/m ³
Tanah Lepas	1.15 - 2.25	0.46 - 0.86	0.6 - 1.67	0.55 - 1.65
Tanah sedang	1.0 - 1.75	0.53 - 0.99	0.59 - 1.35	0.7 - 1.9
Tanah Liat	0.75 - 1.5	0.38 - 1.32	0.45 - 1.15	0.85 - 2.15

Sumber: Soedrajat, (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 37.

Diambil nilai tengah sesuai dengan jenis tanah dan sesuai kolom menimbun atau menimbun dan memadatkan.

2.4.2.3 Durasi Pekerjaan Urugan Pile Cap

Perhitungan durasi urugan pada PC sama dengan rumus perhitungan durasi urugan lahan maka lihat rumus 2.32.

2.4.2 Pekerjaan Urugan Sloof atau Tie beam

2.4.3.1 Volume Urugan Sloof

Pada proyek ini tinggi urugan pasir sloof 5 cm. Detail gambar tinggi urugan tertera pada gambar 2.10.

Karena perhitungan luas urugan sama dengan rumus luas galian maka lihat rumus 2.19.

Karena perhitungan volume urugan sama dengan rumus volume galian maka lihat rumus 2.20.

2.4.3.2 Kapasitas Produksi Urugan Sloof

Perhitungan kapasitas produksi urugan pada sloof sama dengan rumus perhitungan kapasitas produksi pada PC maka lihat tabel 2.11.

2.4.3.3 Durasi Pekerjaan Urugan Sloof

Perhitungan durasi urugan pada sloof sama dengan rumus perhitungan durasi urugan lahan maka lihat rumus 2.32.

2.4.3 Pekerjaan Urugan Plat

Luas urugan plat menggunakan bantuan area pada program Autocad yang kemudian dikalikan dengan tebal urugan sebesar 5 cm. Sedangkan untuk perhitungan kapasitas produksi lihat tabel 2.11 dan untuk perhitungan durasi lihat rumus 2.32.

2.5 Pekerjaan Lantai Kerja

Pekerjaan lantai kerja menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton. Menghitung volume beton sama dengan menghitung volume urugan dengan dimensi tebal diganti dengan tebal lantai kerja sebesar 50 mm. Untuk kapasitas produksi dan durasi pekerjaan lantai kerja akan dibahas pada bab 2.8.

2.5.1 Volume Pekerjaan Lantai Kerja

Pada dasarnya perhitungan volume beton untuk lantai kerja sama dengan perhitungan volume urugan manual yang dibahas pada sub bab 2.4.2 dan 2.4.3, namun yang membedakan adalah tinggi lantai kerja. Pada pekerjaan lantai kerja tingginya adalah 5 cm.

2.6 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada tugas akhir ini yaitu pekerjaan bekisting kayu. Pengaplikasian pekerjaan

bekisting menggunakan kayu pada kolom, balok dan plat.

2.6.1 Pekerjaan Bekisting Kayu

Bekisting kayu digunakan pada kolom, balok, dan plat.

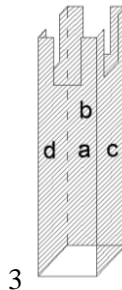
2.6.1.1 Volume

Perhitungan volume bekisting kayu meliputi luasan bekisting dan kebutuhan bahan untuk bekisting kayu tersebut. Perhitungan luasan bekisting kayu dijelaskan sebagai berikut:

a. Kolom



Gambar 2. 9 Bekisting Kolom



Gambar 2. 10 Bekisting Kolom Setelah Direduksi

Luas Balok

Daerah kolom yang dibekisting yaitu sisi depan (a), belakang (b), samping kanan (c), samping kiri (d).

Perhitungan luas bekisting harus dikurangi (reduksi) dengan luas balok apabila kolom tersebut ditumpu oleh balok.

$$\text{Luas} = ((2 \times t_k) \times (b_k + h_k)) - (b_n \times h_n) \dots\dots\dots (2.51)$$

Keterangan:

b_k = lebar kolom

h_k = panjang kolom

t_k = tinggi kolom

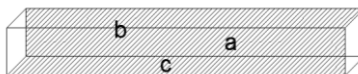
b_n = lebar balok

h_n = tinggi balok

n = banyaknya balok yang menumpu pada kolom

b. Balok

Berbeda dari kolom, daerah yang dibekisting pada balok yaitu sisi depan (a), belakang (b), dan bawah (c). Sisi kanan dan kiri tidak dibekisting karena menumpu struktur kolom.



Gambar 2. 11 Bekisting Balok

$$\text{Luas} = [p_b \times (h_b - t) \times 2] + (b_b \times p_b) \dots\dots\dots (2.52)$$

Keterangan:

p_b = panjang balok

h_b = tinggi balok

b_b = lebar balok

t = tebal plat

c. Plat

Pada plat, daerah yang dibekisting hanya sisi bawahnya dikarenakan sisi kanan dan kiri plat menumpu pada balok, sehingga sisi samping plat tidak diberi bekisting. Perhitungan luas bekisting plat pada tugas akhir ini menggunakan bantuan area di Autocad.

Setelah luas daerah bekisting tangga diketahui, kemudian menentukan kebutuhan material yang akan digunakan. Kebutuhan material yang digunakan pada bekisting kayu adalah kebutuhan kayu dan kebutuhan paku. Perhitungan kebutuhan material sebagai berikut:

- Kebutuhan kayu

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu (2.53)}$$

Keterangan:

Keperluan kayu diambil nilai tengah dari tabel 2.17

- Kebutuhan paku

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu (2.54)}$$

Keterangan:

Keperluan paku diambil nilai tengah dari tabel 2.17

- Kebutuhan oli

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli .. (2.55)}$$

Keterangan:

Keperluan oli untuk bidang seluas 10 m² sekitar 2 sampai 3,75 liter¹. Untuk keperluan oli diambil nilai tengah dari data tersebut.

¹Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung:Nova. Halaman 85

Tabel 2. 5Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton Tiap Luas Cetakan Beton Tiap Luas Cetakan 10 m²

No	Jenis Cetakan	Kayu (m)	Paku, baut dan kawat (kg)
1	Pondasi/Pangkal jembatan	0.46 – 0.81	2.73 – 5
2	Dinding	0.46 – 0.62	2.73 – 4
3	Lantai	0.41 – 0.64	2.73 – 4
4	Atap	0.46 – 0.69	2.73 – 4.55
5	Tiang-tiang	0.44 – 0.74	2.73 – 5
6	Kepala Tiang	0.46 – 0.92	2.73 – 5.45
7	Balok-balok	0.69 – 1.61	3.64 – 7.27
8	Tangga	0.69 – 1.38	3.64 – 6.36
9	Sudut tiang/balok berukir	0.46 – 1.84	2.73 – 6.82
10	Ambang jendela dan litel	0.58 – 1.84	3.18 – 6.36

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung:Nova. Tabel 5-1. Halaman 85

2.6.2.2 Kebutuhan Sumber Daya

- a. Bahan
 - Kayu
 - Paku
 - Oli
- b. Tenaga Kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - 1 mandor (1 mandor membawahi 20 tukang)
 - 3 tukang kayu
 - 3 buruh biasa

2.6.2.3 Kapasitas Produksi Bekisting Kayu

Pekerjaan bekisting kayu dibagi menjadi 3 pekerjaan, yaitu penyetelan bekisting, pemasangan bekisting, dan membuka dan membersihkan bekisting.

Perhitungan kapasitas produksi pekerjaan bekisting kayu sebagai berikut:

- Penyetelan

Kapasitas produksi pada pekerjaan ini tergantung dari jenis cetakan betonnya, dengan mengambil nilai tengah dari jenis pekerjaan menyetel pada tabel 2.18 yaitu:

- Kolom, kapasitas produksi diambil sebesar $6\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan tiang-tiang)
- Balok, kapasitas produksi diambil sebesar $8\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan balok-balok)
- Plat, kapasitas produksi diambil sebesar $5,5\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan lantai)

- Pemasangan

Kapasitas produksi pada pekerjaan ini tergantung dari jenis cetakan betonnya, dengan mengambil nilai tengah dari jenis pekerjaan menyetel pada tabel 2.18 yaitu:

- Kolom, kapasitas produksi diambil sebesar $3\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan tiang-tiang)
- Balok, kapasitas produksi diambil sebesar $3,5\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan balok-balok)
- Plat, kapasitas produksi diambil sebesar $3\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan lantai)

- Membuka dan Membersihkan

Kapasitas produksi pada pekerjaan ini tergantung dari jenis cetakan betonnya, dengan mengambil nilai tengah dari jenis pekerjaan menyetel pada tabel 2.18 yaitu:

- Kolom, kapasitas produksi diambil sebesar $3\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan tiang-tiang)
- Balok, kapasitas produksi diambil sebesar $3,5\text{jam}/10\text{m}^2$ (jenis cetakan balok-balok)

- Plat, kapasitas produksi diambil sebesar 3jam/10m² (jenis cetakan lantai)

Tabel 2. 6Keperluan Jam Kerja Buruh untuk Pekerjaan Cetakan Beton

No	Jenis cetakan kayu	Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ²		
		Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan
1.	Pondasi / pangkal jembatan	3 – 7	2 – 4	2 – 4
2.	Dinding	5 – 9	3 – 5	2 – 5
3.	Lantai	3 – 8	2 – 4	2 – 4
4.	Atap	3 – 9	2 – 5	2 – 4
5.	Tiang – tiang	4 – 8	2 – 4	2 – 4
6.	Kepala tiang	5 – 11	3 – 7	2 – 5
7.	Balok-balok	6 – 10	3 – 4	2 – 5
8.	Tangga	6 – 12	4 – 8	3 – 5
9.	Sudut – sudut tiang / balok berukir	5 – 11	3 – 9	3 – 5
10.	Ambang jendela dan lintel	5 – 10	3 – 6	3 – 5

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung:Nova. Tabel 5-2. Halaman 86

2.6.2.4 Durasi Pekerjaan Bekisting Kayu

Durasi pekerjaan bekisting kayu dibedakan menjadi 3 macam, yaitu durasi penyetelan, durasi pemasangan, dan durasi membuka & membersihkan. Perhitungan durasi sebagai berikut:

- Durasi meyetel

$$= \left(\frac{\text{Luas bekisting (m)}^2}{10 \text{ m}^2} \right) \times \text{kapasitas produksi menyetel}$$
: jumlah grup..... (2.56)

$$\begin{aligned}
 & - \text{Durasi memasang} \\
 & = \left(\frac{\text{Luas bekisting (m)}^2}{10 \text{ m}^2} \right) \times \text{kapasitas produksi} \\
 & \text{memasang) : jumlah grup (2.57)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{Durasi membuka dan membersihkan} \\
 & = \left(\frac{\text{Luas bekisting (m)}^2}{10 \text{ m}^2} \right) \times \text{kapasitas produksi} \\
 & \text{membuka) : jumlah grup (2.58)
 \end{aligned}$$

2.7 Pekerjaan Pembesian

Tulangan beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg. Para pelaksana biasanya membuat daftar khusus pembengkokan tulangan, dimana dapat dilihat jelas bentuk pembengkokan, panjang, kaitan serta pemotongannya.

2.7.1 Volume Pekerjaan Pembesian

Pada perhitungan volume kebutuhan besi, perhitungannya menyangkut tentang panjang penjangkaran, bengkokan, kaitan, dan panjang dari besi tersebut. Berikut ini adalah ketentuan panjang penjangkaran, panjang bengkokan, dan panjang kaitan sesuai dengan yang tertera pada gambar struktur Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya.





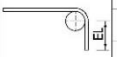
Gambar 2. 12 Gambar Sambungan (ls)

Tabel 2. 7Sambungan Lewatan dan Panjang Angker

I.3. SAMBUNGAN LEWATAN DAN PANJANG ANGKER			
MUTU BAJA	PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN (L1)	PANJANG ANGKER (L2)	KETERANGAN
BJTP 24	40 Ø	40 Ø	DENGAN KAIT
BJTD 30-32	40 D	40 D	TANPA KAIT
BJTD > 40	40 D	40 D	TANPA KAIT

Sumber : *Gambar Struktur Gedung Asrama 2 Unesa*

Tabel 2. 8 Pola Bengkokan (Lengkukan) pada UjungTulangan

I.5. POLA BENGKOKAN (LENGKUNAN) PADA UJUNG TULANGAN					
SUDUT BENGKOKAN	GAMBAR	JENIS BAJA	D MINIMUM	EL MINIMUM	KETERANGAN
180		BJTP 24	3D	4d (D) ATAU 65mm	
		BJTD 30-32	4D		
		BJTD > 40	5D		
135		BJTP 24	3D	5d (D)	d ~ 8 ~ 12 HANYA UNTUK SENGKANG DAN PENGKAT
		BJTD 30-32	4D		
		BJTD > 40	5D		
90		BJTP 24	3D	3d (D)	
		BJTD 30-32	4D 6D		
		BJTD > 40	5D		

Sumber : *Gambar Struktur Gedung Asrama 2 Unesa*

Panjang bengkokan harus dihitung karena yang di ketahui dari gambar stuktur hanya radius pembengkokan, perhitungan panjang bengkokan menggunakan rumus:

$$\text{Bengkokan} = \frac{\text{kait}^{\circ}}{360^{\circ}} \times 2\pi r \dots\dots\dots (2.59)$$

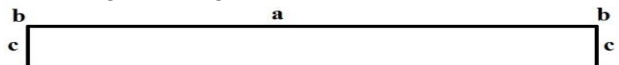
r sesuai dengan tabel 2.21 atau 2.22

Perhitungan volume tulangan pembesian ditentukan dengan menghitung seluruh panjang besi pada elemen struktur bangunan dan mengelompokkan berdasarkan jenis elemennya, seperti tulangan balok, kolom, dan pelat dengan rumus sebagai berikut:

a. Panjang tulangan balok :

Pembesian balok dibedakan menjadi 2 macam yaitu tulangan utama dan sengkang. Tulangan utama juga dibagi menjadi 3 bagian yaitu tulangan bagian atas, bagian bawah, dan tulangan samping seperti berikut:

- Perhitungan tulangan utama atas



Gambar 2. 13 Potongan Tulangan Balok Sisi Atas

$$a = \text{panjang balok} + (2 \times l_{dh}) \dots\dots\dots (2.67)$$

l_{dh} = sesuai dengan tabel 2.20

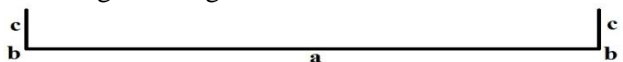
b = sesuai dengan tabel 2.21

c = sesuai dengan tabel 2.22

panjang tulangan..... = sesuai dengan rumus 2.61

panjang total = sesuai dengan rumus 2.62

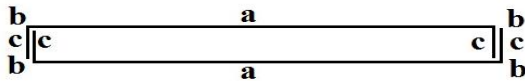
- Perhitungan tulangan utama bawah



Gambar 2. 14 Potongan Tulangan Balok Sisi Bawah

a = sesuai dengan rumus 2.67
 b = sesuai dengan rumus 2.59
 c = sesuai dengan rumus 2.67
 Panjang tulangan= sesuai dengan rumus 2.61
 Panjang total = sesuai dengan rumus 2.62

- Perhitungan tulangan utama samping



Gambar 2. 15 Tampak Atas Tulangan Balok Sisi Samping

a = sesuai dengan rumus 2.67
 b = sesuai dengan rumus 2.59
 c = sesuai dengan rumus 2.67
 Panjang tulangan= sesuai dengan rumus 2.61
 Panjang total = sesuai dengan rumus 2.62

- Perhitungan tulangan sengkang



Gambar 2. 16 Tampak Atas Tulangan Sengkang

a = tinggi/lebar – (2 x cover)(2.68)
 b = sesuai dengan rumus 2.59
 c = sesuai dengan tabel 2.23
 Panjang tulangan = $2a_1 + 2a_2 + 2b_1 + 3b_2 + 2c$. (2.69)

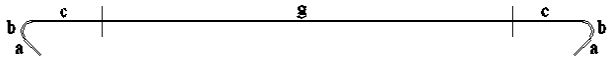
$$\text{Jumlah sengkang} = \frac{\text{panjang balok}}{\text{jarak antar sengkang}} + 1 \dots (2.70)$$

Panjang total = sesuai dengan rumus 2.62

b. Panjang tulangan plat :

Tulangan utama pada pembesian plat dibagi menjadi 2 macam, yaitu tulangan utama atas dan tulangan utama bawah yang perhitungannya akan dijelaskan sebagai berikut:

- Perhitungan tulangan utama atas dan bawah



Gambar 2. 17 Potongan Plat Sisi Samping

a = diambil nilai terbesar dari 6d atau 75mm

b = sesuai dengan rumus 2.59

c = tebal balok yang dikaitkan – cover balok (2.71)

g = panjang plat

panjang tulangan = $2a + 2b + 2c + g$ (2.72)

c. Panjang tulangan kolom :

Pembesian balok dibedakan menjadi 2 macam yaitu tulangan utama dan sengkang seperti berikut:

- Perhitungan tulangan utama



Gambar 2. 18 Potongan Tulangan Kolom

$$a = \frac{1}{2} \times \text{tinggi kolom} \dots \dots \dots (2.73)$$

b = sesuai dengan rumus 2.59

c₁ = sesuai dengan tabel 2.21

c₂ = sesuai dengan tabel 2.19

$$\text{Panjang tulangan} = a + b + c_1 + c_2 \dots \dots \dots (2.74)$$

Panjang total = sesuai dengan rumus 2.62

- Perhitungan tulangan sengkang



Gambar 2. 19 Tampak Atas Tulangan Sengkang

a = sesuai dengan rumus 2.68

b = sesuai dengan rumus 2.59

c = sesuai dengan tabel 2.23

Panjang tulangan = sesuai dengan rumus 2.69
 Panjang total = sesuai dengan rumus 2.62

Dari perhitungan panjang tulangan, dapat ditentukan jumlah kaitan, bengkokan dan kebutuhan tulangan besi dengan satuan kg serta satuan batang 12 meter per batang) dengan rumus sebagai berikut:

- Volume besi dalam kg

$$\text{Volume} = \text{panjang total} \times \text{berat} \dots\dots\dots(2.80)$$
- Volume besi dalam batang

$$\text{Volume} = \frac{\text{panjang total}}{12 \text{ meter/batang}} \dots\dots\dots(2.81)$$

Keterangan :

- Berat (kg/m) yang digunakan sesuai pada tabel (2.24)
- Panjang total (m) adalah total jumlah panjang tulangan yang telah dihitung sesuai dengan rumus 2.62.
- Volume besi dalam batang adalah volume pembesian dalam satuan batang, tiap batang panjangnya ± 12 meter.
- Volume pembesian dalam kg adalah volume pembesian dalam satuan kg.

Tabel 2. 9Daftar Besi Beton dan Ukurannya dalam mm yang Terdapat pada Perdagangan

Diameter (mm)	Berat Kg per m	Luas Potongan Cm ²
6	0.222	0.28
8	0.395	0.50
10	0.627	0.79
12	0.888	1.13
14	1.208	1.54

16	1.578	2.01
19	2.226	2.84
22	2.984	3.80
25	3.853	4.91

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung:Nova. Halaman 90.

2.7.2 Kapasitas Produksi Pekerjaan Pembesian

Waktu yang dibutuhkan untuk pemotongan besi beton untuk 100 batang tulangan antara 1 sampai 3 jam tergantung dari diameternya, alat-alat potongnya, dan keterampilan buruhnya. Maka kapasitas produksi (Q) untuk satukali pemotongan adalah:

$$(Q) \text{ Pemotongan} = \frac{\text{waktu pemotongan}}{100 \text{ buah}} \dots\dots\dots(2.82)$$

Waktu pemotongan diambil nilai rata-rata yaitu 2 jam/100 buah.

Tabel 2. 10 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan untuk Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan

Ukuran Besi Beton	Dengan Tangan		Dengan Mesin	
	Bengkokan (jam)	Kait (jam)	Bengkokan (jam)	Kait (jam)
12 mm	2 – 4	3 – 6	0.8 – 1.5	1.2 – 2.5
16 mm	2.5 – 5	4 – 8	1 – 2	1.6 – 3
19 mm				
22 mm				
25 mm	3 – 6	5 – 10	1.2 – 2.5	2 – 4
28,5 mm				
31,75 mm	4 – 7	6 – 12	1.5 – 3	2.5 – 5

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung:Nova. Halaman 91.

Dari tabel di atas dapat dihitung kapasitas produksi (Q) untuk pembuatan satu bengkokan dan kaitan menggunakan rumus:

$$(Q) \text{ Pembengkokan} = \frac{\text{jam kerja butruh}}{100 \text{ buah}} \dots\dots\dots(2.83)$$

$$(Q) \text{ Kait} = \text{sama dengan rumus 2.83}$$

Tabel 2. 11 Jam Kerja Buruh yang Dibutuhkan Untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan

Ukuran Besi Beton	Panjang batang tulangan (m)		
	Di bawah 3 m	3 – 6 m	6 – 9 m
12 mm	3.5 – 6	5 – 7	6 – 8
16 mm	4.5 – 7	6 – 8.5	7 – 9.5
19 mm			
22 mm			
25 mm	5.5 – 8	7 – 10	8.5 – 11.5
28,5 mm			
31,75 mm	6.5 – 9	8 – 12	10 – 14

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 92.

Dari tabel di atas dapat dihitung kapasitas produksi (Q) untuk sekali pemasangan tulangan menggunakan rumus:

$$(Q) \text{ Pemasangan} = \text{sama dengan rumus 2.83}$$

2.7.3 Durasi Pekerjaan Pembesian

Durasi pembesian yang dibutuhkan tenaga kerja untuk membuat bengkokan, kaitan potongan dan pemasangan dapat diperhitungkan dengan rumus:

$$\text{- Durasi Memotong} = \text{jumlah tulangan} \times \text{kapasitas produksi} \dots\dots\dots(2.84)$$

- Durasi Membengkokan dengan mesin
Perhitungan durasi sama dengan rumus 2.84
- Durasi Mengkaitkan dengan mesin
Perhitungan durasi sama dengan rumus 2.84
- Durasi Pemasangan
Perhitungan durasi sama dengan rumus 2.84

Jumlah jam kerja dalam 1 hari adalah 7 jam, maka untuk perhitungan durasi per hari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Durasi (hari)} = \frac{\text{jumlah durasi (jam)}}{8 \text{ jam} \times \text{jumlah grup}} \dots\dots\dots (2.85)$$

2.8 Pekerjaan Pengecoran

Beton yang digunakan pada proyek ini berupa beton ready mix yang langsung dipesan dari pabrik. Pekerjaan pengecoran meliputi lantai kerja, pile cap, sloof, kolom, balok, dan plat lantai.

2.8.1 Volume Pekerjaan Pengecoran

a. Pengecoran Lantai Kerja

Volume pekerjaan lantai kerja sudah dibahas pada bab 2.5 dimana perhitungan volume beton untuk lantai kerja sama dengan perhitungan volume urugan manual yang dibahas pada sub bab 2.4.2 dan 2.4.3, namun yang membedakan adalah tinggi lantai kerja. Pada pekerjaan lantai kerja tingginya adalah 5 cm.

b. Pengecoran Kolom

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi kolom} \dots\dots (2.91)$$

c. Pengecoran Sloof dan Balok

$$\text{Volume} = b \times h \times \text{panjang balok} \dots\dots\dots (2.92)$$

Keterangan:

b = lebar balok

h = tinggi balok

d. Pengecoran Plat

Luas area pengecoran untuk plat dengan bantuan Autocad. Sehingga perhitungan volume sebagai berikut:

$$\text{Volume} = \text{luas area} \times \text{tebal plat} \dots\dots\dots (2.93)$$

2.8.2 Kebutuhan Sumber Daya

- Bahan

Beton ready mix mutu f_c' 25 MPa

Beton ready mix mutu f_c' 40 MPa

- Tenaga kerja

1 grup kerja terdiri dari:

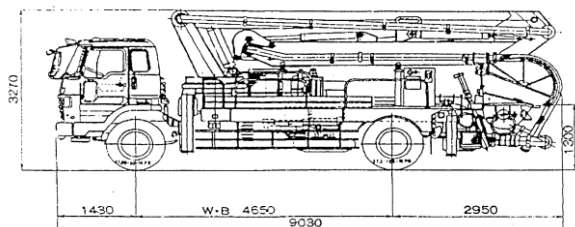
- Mandor (1 mandor membawahi 20 tukang)
- 1 tukang cor
- 1 buruh cor

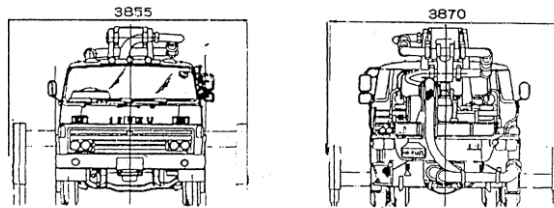
- Alat

- Concrete pump
- Concrete vibrator

2.8.3 Kapasitas Produksi Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran untuk pelaksanaan gedung ini menggunakan concrete pump. Berikut ini akan dijelaskan menghitung kapasitas produksi dari concrete pump.





Gambar 2. 20 Concrete Pump Model IPF90B-5N21



Gambar 2. 21 Truck Mixer Kapasitas 5 m³

Tabel 2. 12 Spesifikasi *Concrete Pump* Model IPF90B-5N2

	Model	IPF90B-5N21
Concrete Pump	Type	Hrydraulic Single-Acting Horizontal Double Piston
	Delivery Capacity	10 – 90 m ³ /h
	Delivery Pressure	Max. 53.0 kgf/cm ²
	Max Conveying Distance	Vertical Horizontal
	100A Pipe	80m – 320 m
	Max Size of Aggregate	
	125A	40 mm
	Concrete Slump Value	5 – 23 cm

	Cylinder diameter x stroke	Ø 195 mm x 140 mm
	No. of Cylinder	2
	Hopper Capacity x vertical height	0,45 m ³ x 1280 mm
Concrete Pipe Washing	System	Water Washing
	Type	Hydraulic reciprocating piston
	Discharge pressure x delivery	65 kgf/cm ² / 40 kgf/cm ² x 320 L/min
	Tank Capacity	Water tank 400L
Boom	Type	3 Section Hydraulic Fold Type
	Length	17,4 m
	Vertical Higher Operating Angle	20,7 m
	Top Section	0 – 270” x 5,75 m
	Middle Section	0 – 180” x 5,3 m
	Bottom Section	0 – 90” x 6,5 m
	Working Swing Angle	360° Full Swing
	Concrete Pipe Diameter	125A
	Flexible Hose Diameter	125A or 100A
Truck Chassis	Model	ISUZU:P – CVR14K
	Engine	220PS/230 rpm
	Fuel Tank	300L
Weight	Vehicle Weight	14715 kg
	Max.Number of Persons	3 Person (165 kg)
	Max. Load	400 kg (water)

Sumber : *Instruction Manual for Concrete Pump Model IPF90B-5N21*

Perhitungan kapasitas produksi pengecoran disesuaikan dengan panjang pipa pengecoran pada spesifikasi concrete pump pada tabel 2.27 diatas, yaitu:

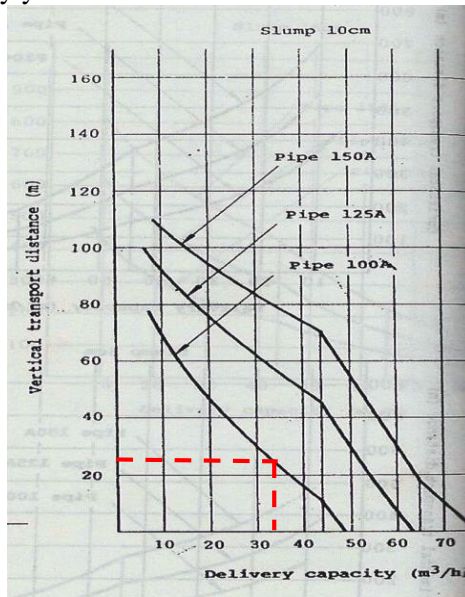
Perhitungan Delivery Capacity:

Vertical Equivalent Length:

- Bottom section = 6,5 m
- Middle section = 5,3 m
- Top section = 5,75 m
- Flexible Hose = 5 m

Total Vertical Equivalent Length = 22,55 m

Dengan nilai total Vertical Equivalent Length sebesar 22,55 m dan nilai slump 10 cm didapatkan Delivery Capacity yaitu:



Gambar 2. 22 Grafik Hubungan Antara Delivery
Capacity dan Jarak Transport Pipa
Vertical

Dari grafik diatas, didapatkan nilai Delivery Capacity (DC) sebesar 34 m³/jam. Sehingga perhitungan kapasitas produksi sebagai berikut:

$$Q = DC \text{ (m}^3\text{/jam)} \times Ek \dots\dots\dots (2.94)$$

Keterangan:

- DC = 34 m³/jam (sesuai gambar 2.x)
- Ek (Efisiensi Kerja) terdiri dari:
 - Faktor cuaca
Kondisi = terang, panas, berdebu
Nilai = 0,83
 - Faktor operator dan mekanik
Kondisi = cukup
Nilai = 0,70
 - Faktor operasi alat dan pemeliharaan mesin
Kondisi = baik
Nilai = 0,75

Selain itu dibutuhkan tuck mixer untuk mengangkut beton untuk pengecoran. Banyaknya truck mixer yang diperlukan dihitung sebagai berikut:

$$n = \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Truck Mixer (m}^3\text{)}} \dots\dots\dots (2.95)$$

2.8.4 Durasi Pekerjaan Pengecoran

Durasi pekerjaan pengecoran tidak hanya pada kapasitas produksi concrete pump saat menyalurkan beton, tetapi juga terdiri dari 4 (empat) tahapan yaitu:

- Waktu persiapan

Waktu persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri dari:

- Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump selama = 8 menit
- Pemasangan pompa = 20 menit
- Waktu tunggu (idle) pompa = 10 menit
- Waktu menuangkan ke CP = 10 menit

Total waktu persiapan kurang lebih 48 menit.

- Waktu tambahan persiapan

Waktu tambahan persiapan terdiri dari:

- Pergantian antar truck mixer (bila membutuhkan lebih dari 1 truck mixer)
= jumlah truck mixer x 5 menit/truck mixer (2.96)
- Waktu pengujian slump
= jumlah truck mixer x 5 menit/truck mixer (2.97)

- Waktu operasional pengecoran

Waktu operasional pengecoran adalah waktu saat pengecoran berlangsung.

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi CP (m}^3\text{/jam)}} \times 60 \text{ menit. (2.98)}$$

- Waktu pasca pelaksanaan

Waktu pasca pelaksanaan pengecoran terdiri dari:

- Pembersihan pompa = 10 menit
- Pembongkaran pompa = 20 menit
- Persiapan kembali = 10 menit

Total waktu pasca pelaksanaan adalah 40 menit.

Maka total durasi pengecoran adalah:

$$\text{Total waktu} = \text{persiapan} + \text{persiapan tambahan} + \text{waktu pengecoran} + \text{pasca pelaksanaan} \dots\dots\dots (2.99)$$

2.9 Pekerjaan Pengangkatan

Pekerjaan pengangkatan pada pembangunan ini untuk memudahkan pengangkatan material dari lantai bawah ke atas dengan bantuan mobile crane.

2.9.1 Kebutuhan Sumber Daya

- Tenaga Operator
- Alat Mobile Crane

2.9.2 Kapasitas Produksi

Faktor efisiensi kerja

Efisiensi kerja dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

- Faktor kondisi alat
Kondisi = Baik
Nilai = 0,75
- Faktor operator dan mekanik
Kondisi = Terampil
Nilai = 0,8
- Faktor cuaca
Kondisi = Terang, panas, berdebu
Nilai = 0,83

2.9.3 Durasi Pekerjaan

Durasi untuk 1 kali pengangkatan terdiri dari hoisting time, swing time, troling time, lowering time, dan waktu operasional.

- Hoisting time
Hoisting time (waktu angkat) adalah waktu dimana tower crane mengangkat material. Dari spesifikasi alat didapatkan hoisting speed sebesar 110 m/min sehingga hoisting time sebesar:

$$\text{Hoisting time} = \frac{\text{hoisting height (s)}}{\text{hoisting speed (v)} \times Ek} \dots\dots\dots (2.100)$$

- Swing time
Swing time (waktu berputar) adalah waktu dimana tower crane berputar untuk memindahkan material yang diangkut. Dari spesifikasi alat didapatkan sudut

swing sebesar 75^0 dan swing speed sebesar 0,8 r/min sehingga swing time sebesar:

$$\text{Swing time} = \frac{\text{sudut swing} \times 2}{\text{swing speed (v)} \times 360 \times Ek} \dots\dots\dots (2.101)$$

- Trolley time

Trolling time adalah waktu tower crane untuk memindahkan material. Dari spesifikasi alat didapatkan trolley speed 80 m/min dan trolley length 6 m sehingga trolling time sebesar:

$$\text{Trolling time} = \frac{\text{trolley lenght (s)} \times 2}{\text{trolley speed (v)} \times Ek} \dots\dots\dots (2.102)$$

- Lowering time

Lowering time adalah waktu tower crane untuk menurunkan material. Dari spesifikasi alat didapatkan hoisting speed 110 m/min sehingga lowering time sebesar:

$$\text{lowering time} = \frac{\text{lowering height (s)}}{\text{hoisting speed (v)} \times Ek} \dots\dots\dots (2.103)$$

Durasi 1 kali pengangkatan

$$= \text{hoisting time} + \text{swing time} + \text{trolley time} + \text{lowering time} \dots\dots\dots (2.104)$$

Jumlah tower crane beroperasi

$$= \frac{\text{volume}}{\text{kapasitas bucket}} \dots\dots\dots (2.105)$$

Sehingga durasi pengangkatan

$$= \text{jumlah TC beroperasi} \times \text{waktu 1 kali angkat} \dots\dots\dots (2.106)$$

2.10 Perhitungan Biaya

- Material = volume x harga material..... (2.107)

- Upah = jumlah x durasi x harga upah (2.108)

- Alat = jumlah x durasi x harga sewa.... (2.109)

2.11 Metode Pelaksanaan

Menyusun metode pelaksanaan diperlukan apabila volume pekerjaan, durasi pekerjaan, dan biaya pekerjaan sudah diketahui. Metode pelaksanaan dalam tugas akhir ini menggunakan metode *Precedence*

Diagramming Method (PDM) yang akan dibantu dengan bantuan *software* MS.Project 2013. Tahapan penyusunan metode pelaksanaan dengan MS.Project sebagai berikut:

- Mengisi *resource sheet*. *Resource* berisikan:
 - Harga material per Kg, per Ltr, per zak.
 - Harga sewa alat per jam.
 - Harga upah per jam.
- Mengisi *task name* (item pekerjaan) dan durasi pekerjaannya.
- Menyusun *predecessors* sesuai urutan pekerjaan.
- Mengisi *resource name* pada tiap pekerjaan yang terdiri dari:
 - Jumlah material
 - Jumlah alat
 - Jumlah tenaga kerja

Metode pelaksanaan perlu dikontrol agar mendapatkan hasil yang benar. Cara untuk mengontrol metode pelaksanaan sebagai berikut:

- Hasil *resource graph* mengalami kenaikan dan penurunan. *Resource graph* adalah jumlah penggunaan tenaga kerja pada setiap pekerjaan.
- Lintasan kritis tetap pada satu lintasan dilihat dari *network diagram*.

2.11.1 Kurva S

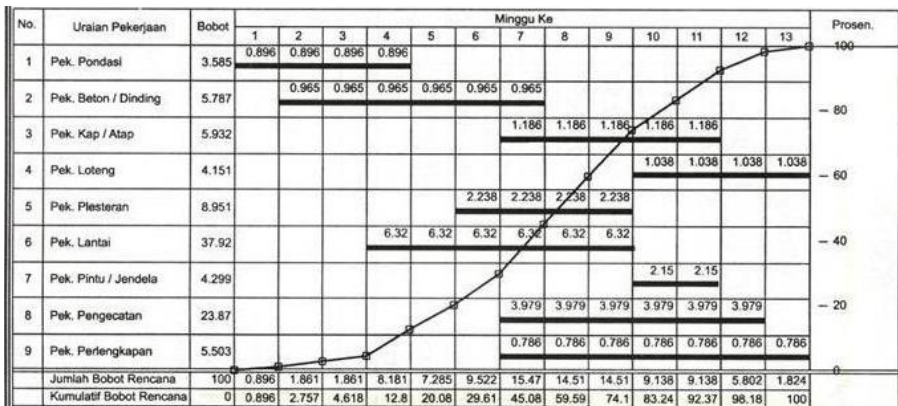
Kurva S adalah hasil plot dari *Barchart*, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan – kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progres pelaksanaan proyek [8] Definisi lain, kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu

horizontal sebagai waktu[9]. Langkah – langkah pembuatan kurva S adalah sebagai berikut :

1. Membuat RAB
2. Mencari bobot setiap item pekerjaan dengan cara membagi harga setiap item pekerjaan dengan Jumlah Harga seluruh item pekerjaan kemudian kalikan dengan 100%

$$\text{Bobot pekerjaan} = \frac{\text{Harga setiap item}}{\text{Harga seluruh item}} \times 100\%$$

3. Setelah menghitung bobot,buat kolom untuk waktu pelaksanaan proyek
4. Bagilah bobot setiap item pekerjaan dengan jumlah minggu pekerjaan tersebut diselesaikan
5. Setelah semua kolom terisi, jumlahkan bobot tersebut di baris Rencana Fisik Perminggu.
6. Langkah terakhir buatlah baris kemudian beri nama rencana fisik perminggu minggu pertama,selanjutnya jumlahkan secara komulatif minggu pertama dengan Rencana Fisik Perminggu minggu kedua sampai dengan minggu terakhir. Hasil di minggu terakhir harus 100, setelah itu buatlah kurva S dengan menggunakan "*2D Line Chart*" yang tersedia dalam *Microsoft Excel*.



Gambar 2. 23 Kurva S

2..11.2 MS Project

Ms. Project merupakan program komputer yang berguna untuk mengelola proyek konstruksi. Beberapa fungsi dan keunggulan :

- Ms. Project mengijinkan pemasangan prioritas pekerjaan antara 1 sampai 1000.
- Pengaturan kalender, termasuk waktu kerja sebuah pekerjaan dapat dilakukan.
- Pada network diagram dapat pula diatur mengenai outlinig, seperti menyembunyikan substask dan meunculkan kembali, serta menampilkan hanya pekerjaan utama saja.
- Pada spesifikasi format WBS (Word Breakdown Structures) dapat dilakukan sesuai selera pemakai.

Pada proses penyimpanan, project dapat di atur sesuai dengan waktu yang diperlukan, baik penyimpanan

satu buah proyek ataupun semua proyek yang sedang dibuka.

2.11.3 Network Planning

Network planning (Hubungan Kerja) adalah merupakan cara grafis untuk menggambarkan kegiatan – kegiatan dan kejadian yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek [10]. *Network Planning* (Hubungan Kerja) juga dapat diartikan sebagai suatu cara pengendalian dalam bidang perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan suatu proyek, yang merupakan suatu pernyataan secara grafis dari kegiatan–kegiatan pekerjaan yang ditentukan selama estimasi waktu pelaksanaan pekerjaan tersebut, dengan *network planning* ini diharapkan dapat mempertinggi efisiensi kerja, baik di bidang pengadaan dan pengawasan tenaga kerja, material, peralatan serta pembiayaan yang dipakai dalam suatu proyek konstruksi bangunan. Jaringan kerja ini nantinya akan sangat membantu dalam penentuan kegiatan – kegiatan kritis serta akibat keterlambatan dari suatu kegiatan terhadap waktu penyelesaian keseluruhan proyek[11].

➤ Tahapan Penyusunan *Network Planning* :

1. Menginventarisasi kegiatan-kegiatan dari paket WBS berdasar item pekerjaan, lalu diberi kode kegiatan untuk memudahkan identifikasi.
2. Memperkirakan durasi setiap kegiatan dengan mempertimbangkan jenis pekerjaan, volume pekerjaan, jumlah sumber daya, lingkungan kerja, serta produktivitas pekerja.
3. Penentuan logika ketergantungan antar kegiatan dilakukan dengan tiga kemungkinan hubungan, yaitu

kegiatan yang mendahului (*predecessor*), kegiatan yang didahului (*successor*), serta bebas.

4. Perhitungan analisis waktu serta alokasi sumber daya, dilakukan setelah langkah-langkah di atas dilakukan dengan akurat dan teliti.

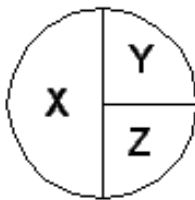
➤ Manfaat penerapan *Network planning* :

- a. Penggambaran logika hubungan antarkegiatan, membuat perencanaan proyek menjadi lebih rinci dan detail.
- b. Dengan memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap kejadian yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan, kesukaran-kesukaran yang bakal timbul dapat diketahui jauh sebelum terjadi, sehingga tindakan pencegahan yang diperlukan dapat dilakukan.
- c. Dalam networkplanning dapat terlihat jelas waktu penyelesaian yang dapat ditunda atau harus disegerakan.
- d. Membantu mengomunikasikan hasil network yang ditampilkan.
- e. Memungkinkan dicapainya hasil proyek yang lebih ekonomis dari segi biaya langsung (*direct cost*) serta penggunaan sumber daya.
- f. Berguna untuk menyelesaikan klaim yang diakibatkan oleh keterlambatan dalam menentukan pembayaran kemajuan pekerjaan menganalisis *cashflow*, dan pengendalian biaya.
- g. Menyediakan kemampuan analisis untuk mencoba mengubah sebagian dari proses, lalu mengamati efek terhadap proek serta keseluruhan.
- h. Terdiri atas metode *Activity On Arrow*.

➤ *Arrow Diagram*

Berikut akan dijelaskan tanda (simbol) dan istilah yang dipakai :

- a. Anak Panah atau *Arrow* (————→)
 - 1. Menunjukkan adanya suatu aktivitas,
 - 2. Dibuat dari kiri ke kanan dan tidak boleh saling memotong,
 - 3. Menunjukkan kegiatan yang menghabiskan biaya, waktu, tenaga dan material.
- b. Lingkaran Kecil (Node)
 - 1. Merupakan pertemuan ujung dari kegiatan-kegiatan,
 - 2. Menunjukkan awal atau akhir dari suatu kegiatan.



Keterangan :

X = nomor kegiatan

Y = EET, *Earlist Event Time*
(kegiatan paling awal)

Z = LET, *Latest Event Time*
(kegiatan paling akhir)

- c. Anak panah putus-putus atau *Dummy* (---→)
 - 1. Merupakan penghubung suatu peristiwa,
 - 2. Menunjukkan adanya suatu aktivitas yang memerlukan biaya, waktu, tenaga dan material.
- d. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan terpanjang dimana pada kegiatan ini tidak boleh terlambat. Kegiatan yang melewati lintasan ini dinamakan kegiatan kritis. Pada NWP, lintasan kritis ditandai dengan anak panah yang tebal.

e. Float

Batas toleransi keterlambatan suatu kegiatan yang dapat dimanfaatkan untuk optimasi waktu dan alokasi sumber daya.

1. TF (Total Float) menunjukkan jumlah waktu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi Catur penyelesaian proyek secara keseluruhan. Float total dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TF = LF - EF \text{ atau } TF = LS - ES$$

Total float berguna untuk menentukan jalur kritis di mana $TF=0$.

$$\begin{aligned} TF_{ij} &= LET_{ij} - EET_{ij} \\ &\quad - durasi_{ij} \text{ (event oriented)} \\ &= LF - EF = LS - ES \text{ (activity oriented)} \end{aligned}$$

Dimana,

LET_{ij} = waktu selesai paling lambat

EET_{ij} = waktu mulai paling awal

LF (late finish) = saat paling lambat untuk akhir kegiatan

LS (late start) = saat paling lambat untuk mulai kegiatan

2. FF (Free Float)

Waktu tenggang yang diperoleh dari saat paling awal peristiwa “e” dan saat paling awal peristiwa “d” dengan selesainya kegiatan tersebut.

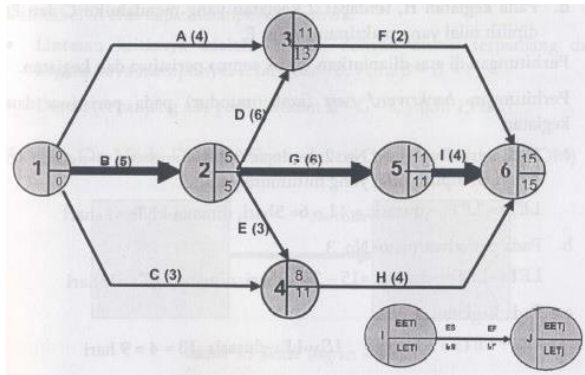
Berguna untuk alokasi sumber daya dan waktu dengan memindahkannya ke kegiatan lain.

$$FF_{ij} = EET_j - EET_i - durasi_{ij}$$

3. IF (Independent Float)

Waktu tenggang yang diperoleh dari saat paling awal peristiwa “e” dan saat paling lambat peristiwa “d” dengan selesainya kegiatan tersebut

$$IF_{ij} = EET_j - LET_i - durasi_{ij}$$



Gambar 2. 24 Network Planning Arrow Diagram

Gambar 2.24 menjelaskan contoh Arrow Diagram dengan metode CPM, dimana kegiatannya ada pada anak pana disertai dengan jumlah durasi masing-masing kegiatan. Hasil perhitungan arah maju (forward pass) untuk mendapatkan nilai ES dan EF serta arah mundur (backward pass) untuk mendapatkan nilai LF dan LS, dipeprlihatkan pada Tabel 3.3. Pada node yang menunjukkan nomor event i, EETi menunjukkan

nilai ES, sedangkan pada nomor event j, LET_j menunjukkan nilai LF. Nilai EF = ES + durasi kegiatan dan nilai LS = LF – durasi kegiatan.

1. Perhitungan forward pas (arah maju) pada peristiwa dan kegiatan
 - a. Pada peristiwa/event No.2
 $EET_2 = EET_1 + \text{durasi}_B = 0 + 5 = 5$ hari, dimana $EET_1 = 0$
 - b. Pada peristiwa/event No.3, terdapat 2 kegiatan yang mendahului A dan D, dipilih nilai yang maksimum yaitu D
 $EET_3 = EET_1 + \text{durasi}_D = 5 + 6 = 11$ hari
 - c. Pada kegiatan A
 $ES_A = EET_1 = 0$ $EF_A = ES_A + \text{durasi}_A = 0 + 4 = 4$ hari
 - d. Pada kegiatan H, terdapat 2 kegiatan yang mendahului C dan E, dipilih nilai yang maksimum yaitu E.
2. Perhitungan backward pas (arah mundur) pada peristiwa dan kegiatan
 - a. Pada peristiwa/event No.2, terdapat 3 kegiatan yang mengikuti D, E dan G, dipilih nilai yang maksimum yaitu G.
 $LET_2 = LET_5 + \text{durasi}_G = 11 - 6 = 5$ hari, dimana $LET_5 = 11$
 - b. Pada peristiwa/event No.3
 $ET_3 = LET_6 + \text{durasi}_F = 15 - 2 = 13$ hari, dimana $LET_6 = 15$
 - c. Pada kegiatan A
 $LF_A = LET_3 = 13$ hari $LS_A = LF_A + \text{durasi}_A = 13 - 4 = 9$ hari

- d. Pada kegiatan H
 $LF_H = LET_6 = 15$ hari $LS_H = LF_H +$
durasi_H = 15 - 4 = 11 hari
- e. Total Float kegiatan A = $LET_j - EET_i - \text{durasi} =$
13 - 0 - 4 = 9 hari
- f. Free Float kegiatan A = $EET_j - EET_i - \text{durasi} =$
11 - 0 - 4 = 7 hari

Tabel 2. 13 Hasil Perhitungan Diagram *Arrow Diagram* [12]

Kegiatan	Durasi (Hari)	ES	EF	LF	LS	TF	FF
A	4	0	4	13	9	9	7
B	5	0	5	5	0	0	0
C	3	0	3	11	8	8	5
D	6	5	11	13	7	2	0
E	3	5	8	11	8	3	0
F	2	11	13	15	13	2	2
G	6	5	11	11	5	0	0
H	4	8	12	15	11	3	3
I	4	11	15	15	11	0	0

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa :

- Lintasan kritisnya adalah lintasan dengan durasi terpanjang dan kegiatannya mempunyai total float = 0, yaitu **B – G – I**
- Durasi terpanjang ada pada lintasan **B -G -I**, yakni 15 hari

2.11.4 Rencana Grup Kerja

Pada setiap grup kerja terdiri dari mandor, tukang, dan buruh. Banyaknya jumlah grup kerja bergantung sesuai kebutuhan. Namun, dalam setiap grup kerja ada jumlah maksimal pekerja yang

diperbolehkan berada dalam satu grup, cara perhitungan jumlah maksimal pekerja adalah dengan membagi koefisien pekerja dengan koefisien mandor pada tiap-tiap item pekerjaan sesuai dengan koefisien yang tertera pada HSPK Surabaya 2017.

$$jumlah\ maks.\ pekerja = \frac{koef.tukang}{koef.mandor} \dots (2.110)$$

2.12 Analisa Harga Satuan

Setelah metode pelaksanaan dan perhitungan biaya pelaksanaan selesai, maka harga satuan biaya pelaksanaan dapat diketahui. Harga satuan diperoleh dari volume total tiap pekerjaan dan harga total pelaksanaan tiap pekerjaan. Rumus menghitung harga satuan sebagai berikut:

$$\text{Harga satuan} = \frac{\text{Harga total tiap pekerjaan}}{\text{Volume}} \dots (2.111)$$

Keterangan:

- Menghitung harga satuan disesuaikan dengan item pekerjaan masing-masing.

2.13 Pekerjaan Atap

Pada bangunan ini menggunakan atap baja. Ada 3 macam rangka kuda-kuda berbeda yang digunakan.

2.13.1 Volume Pekerjaan Atap

a. Baut

Tabel 2. 14 Kebutuhan Baut

Bentuk Profil	Paku keling atau Baut (%)	Bagian-bagian detail konstruksi (%) Pelat Penghubung dan lain-lain
Kolom	3 – 4	10 – 15
Balok Pemikul	1 – 2	5 – 20
Balok Pemikul Bersusun	5 – 6	10 – 20
Kerangka Atap	3 – 4	15 – 20

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 277.

b. WF, Kanal, Siku dan Plat

$$W = L \times \gamma$$

Dimana : W = berat baja (kg)

L = panjang baja (m)

γ = gamma baja

2.13.2 Durasi Pekerjaan Atap

Tabel 2. 15 Jam Kerja Tiap Ton Baja Berdasarkan Jenis Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Jam kerja tiap ton baja
Menaikkan muatan truck dan dari truck ke atas tanah, dengan derek bila perlu rata-rata	1 – 2
Mendirikan, memasang baut dan menyipat datar saja :	(1,3 – 1,5)
Pondasi	3 – 6
Tiang-tiang	4 – 8
Balok-balok mendatar, biasa	3 – 6
Balok-balok mendatar, special	4 – 8
Balok susunan pelat (plate girders)	3 – 6
Balok, jalanan keran	3 – 6
Batang penguat atas kolom (knee bracing)	6 – 10
Pelat lantai	4 – 8
Memasang, baut-baut, batang-batang penarik, pelat-pelat jangkar (anchor plate)	2 – 4
Besi siku penguat, batang pemikul atap (purlin), rangka dinding	4 – 8
Rangka lobang cahaya	6 – 12
Rangka ruang atas atap	6 – 14
Rangka jendela atap	6 – 12
Rangka pintu	8 – 16
Kuda-kuda atap	5 – 12
Menara transmisi radio	16 – 30
Bangunan penyebrangan (light steel trestles)	12 – 24
Kerangka baja untuk power plant	10 – 16
Bangunan pabrik (kuda-kuda, atap, dinding)	4 – 12
Bangunan bertingkat (bangunan-bangunan kantor)	3 – 10

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 283.

BAB III METODOLOGI

3.1. Uraian Umum

Metodelogi yang digunakan dalam pembahasan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Perumusan masalah;
- Mengumpulkan data;
- Mengolah data;
- Menganalisa masalah;
- Hasil Analisa;
- Kesimpulan.

3.2. Metodologi

1. Perumusan Masalah

Bagaimana merencanakan waktu penjadwalan dan menghitung anggaran biaya struktur proyek pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya.

2. Pengumpulan Data

Dalam merencanakan biaya dan waktu pelaksanaan proyek memerlukan suatu acuan berupa data. Pengumpulan data dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Data Primer

- Wawancara di lapangan;
- Observasi di lapangan.

b. Data Sekunder

- Gambar Kerja;
- RKS (Rencana Kerja dan Syarat-syarat);
- Referensi buku;
- Internet.

3. Mengolah Data

Data yang telah diperoleh diolah untuk mencapai tujuan dari Tugas Akhir ini. Tahap pengolahan data sebagai berikut:

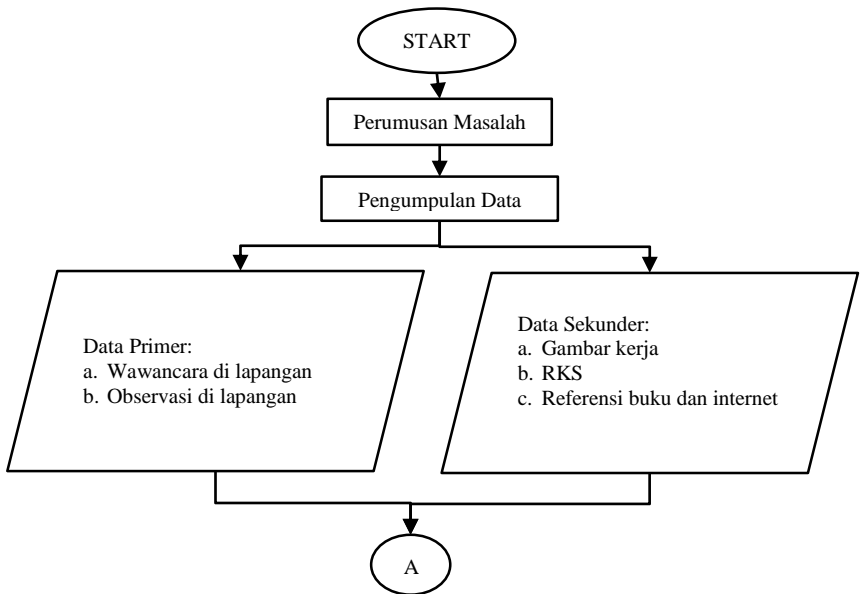
- a. Mengkelompokan dan menyusun jenis pekerjaan;

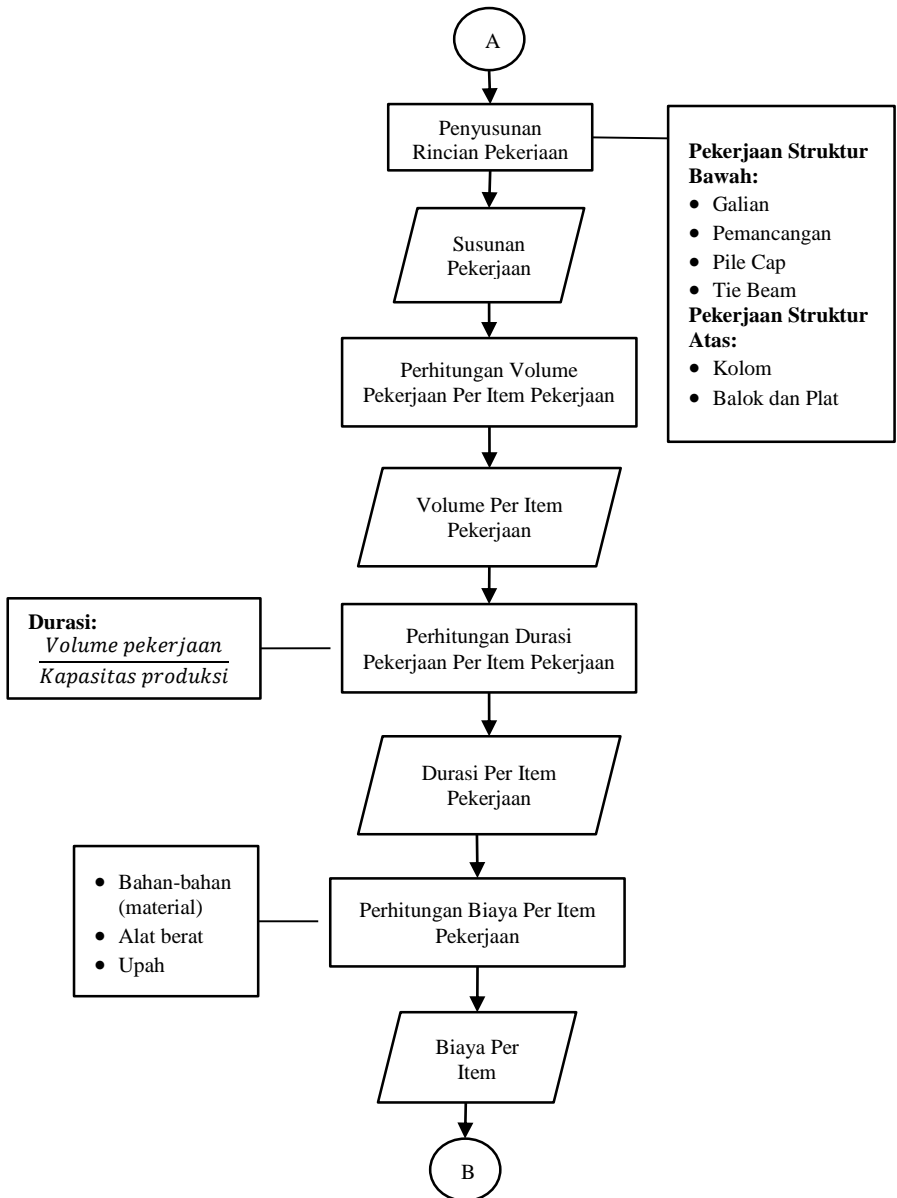
- b. Perhitungan volume setiap item pekerjaan;
 - c. Menghitung kapasitas produksi setiap item pekerjaan;
 - c. Menghitung waktu pelaksanaan;
 - d. Menghitung biaya pelaksanaan;
 - e. Hasil dari perhitungan.
4. Menganalisa Masalah
- a. Perhitungan Volume
Perhitungan volume pekerjaan meliputi:
 - Pekerjaan pemancangan;
 - Pekerjaan penggalian;
 - Pekerjaan bekisting;
 - Pekerjaan pembesian;
 - Pekerjaan pengecoran.
 - b. Perhitungan Durasi
Perhitungan durasi waktu dalam pengerjaan proyek dengan menganalisa jumlah pekerja, kapasitas pekerja, dan efisiensi alat dengan menggunakan program *Microsoft Project* dan Kurva S. Perhitungan durasi waktu dihitung setiap item pekerjaan, yaitu:
 - Durasi pekerjaan pemancangan;
 - Durasi pekerjaan penggalian;
 - Durasi pekerjaan bekisting;
 - Durasi pekerjaan pembesian;
 - Durasi pekerjaan pengecoran.
 - c. Perhitungan Anggaran Biaya
Perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan yang dibutuhkan suatu proyek dan perencanaan biaya pengerjaan.
5. Hasil
- Hasil dari pengolahan data adalah sebagai berikut:
- a. Susunan pekerjaan;
 - b. Volume dan durasi pekerjaan;
 - c. Rincian Anggaran Biaya (RAB);

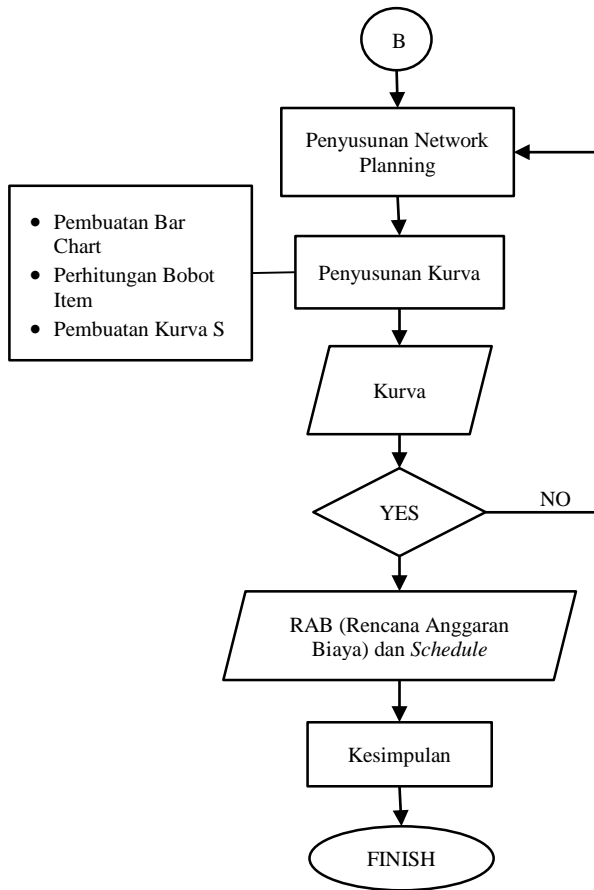
- d. Harga satuan pekerjaan.
6. Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan didapat hasil yang berupa rencana anggaran biaya dan penjadwalan tiap item pekerjaan Asrama Universitas Negeri Surabaya.

3.3. Bagan Alir (Flow Chart)







“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

PERHITUNGAN VOLUME, DURASI DAN BIAYA

4.1 Umum

Pada bab ini akan dijelaskan perhitungan volume dan durasi setiap item pekerjaan. Teori yang digunakan dalam perhitungan mengacu pada bab 2 (dua) tinjauan pustaka. Item pekerjaan yang akan dihitung volume dan durasinya adalah pekerjaan galian, pekerjaan pemancangan, pekerjaan urugan, pekerjaan lantai kerja, pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian, dan pekerjaan pengecoran.

Data proyek sebagai berikut:

Nama proyek	: Pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya
Lokasi proyek	: Kampus Lidah Wetan Universitas Negeri Surabaya - Surabaya, Jawa Timur, Indonesia
Struktur atas	: Lantai 1 – 5
Data	: - Gambar kerja - RKS

4.2 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian pada metode pelaksanaan gedung Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu galian *pile cap* dan galian *tie beam*.

4.2.1 Pekerjaan Galian Pile Cap

4.2.1.1 Volume Pekerjaan Galian Pile Cap

Terdapat 2 (dua) jenis pile cap pada bangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya. Perhitungan volume galian pile cap disesuaikan dengan jenis dan bentuk pile cap yang direncanakan sebagai berikut:

- Pile cap tipe PC. 1

Perhitungan tinggi galian menggunakan rumus 2.5

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi galian} &= \text{tebal pile cap} + \text{tebal pasir padat} + \\
 &\quad \text{tebal lantai kerja} - (\text{galian plat} \\
 &\quad \text{lantai} + \text{tebal pasir padat} + \text{tebal} \\
 &\quad \text{lantai kerja}) \\
 &= 1000 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm} - \\
 &\quad (250 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm}) \\
 &= 750 \text{ mm} \\
 &= 0,750 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan luasan galian menggunakan rumus 2.6

$$\begin{aligned}
 \text{Luas galian} &= \left(\left(\frac{a+b}{2} \right) + (2 \times \text{lebar batu} \right. \\
 &\quad \left. \text{bata}) \right) \times (\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu} \\
 &\quad \text{bata})) \\
 &= \left(\left(\frac{1950+550}{2} \right) \text{mm} + (2 \times 110 \text{ mm}) \right) \times \\
 &\quad (1700 + (2 \times 110 \text{ mm})) \\
 &= 3450000 \text{ mm}^2 \\
 &= 3,45 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume galian menggunakan rumus 2.7

$$\begin{aligned}
 \text{Volume galian} &= \text{luas galian} \times \text{tinggi galian} \\
 &= 3,45 \text{ m}^2 \times 0,750 \text{ m} \\
 &= 2,589 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Pile cap tipe PC. 2

Perhitungan tinggi galian menggunakan rumus 2.5

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi galian} &= \text{tebal pile cap} + \text{tebal pasir padat} \\
 &\quad + \text{tebal lantai kerja} - (\text{galian plat} \\
 &\quad \text{lantai} + \text{tebal pasir padat} + \text{tebal} \\
 &\quad \text{lantai kerja}) \\
 &= 1000 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm} - \\
 &\quad (250 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm}) \\
 &= 750 \text{ mm} \\
 &= 0,750 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan luasan galian menggunakan rumus 2.6

$$\begin{aligned}
\text{Luas galian} &= (\text{sisi pile cap} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \\
&= (1550 \text{ mm} + (2 \times 110 \text{ mm}))^2 \\
&= (1770 \text{ mm})^2 \\
&= 3133000 \text{ mm}^2 \\
&= 3,133 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Perhitungan volume galian menggunakan rumus 2.7

$$\begin{aligned}
\text{Volume galian} &= \text{luas galian} \times \text{tinggi galian} \\
&= 3,133 \text{ m}^2 \times 0,750 \text{ m} \\
&= 2,350 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Jadi, total volume untuk pekerjaan galian tanah pile cap adalah 88,43 m³.

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8

4.2.1.2 Durasi Pekerjaan Galian Pile Cap

Durasi galian pile cap dibagi menjadi 2 (dua) yaitu durasi menggali dan durasi mengangkut galian. Menggali dan mengangkut galian dikerjakan oleh tenaga pekerja. Perhitungan durasi sebagai berikut:

- Menggali

Kapasitas menggali diambil nilai rata-rata dari jenis tanah liat dari permukaan tanah pada tabel 2.6 sebesar 1,25 jam/m³. Menghitung durasi pekerjaan menggali sesuai rumus 2.14

- Menggali

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Keperluan jam kerja} \times \text{volume galian}}{\text{jam kerja efektif}} \\
&= \frac{1,25 \text{ jam/m}^3 \times 88,43 \text{ m}^3}{8 \text{ jam/hari}} : 5 \text{ grup} \\
&= 3 \text{ hari}
\end{aligned}$$

- Mengangkut galian

Keperluan bolak balik mengangkut galian dengan 1 kereta tarik adalah

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{volume tanah galian}}{\text{kapasitas 1 kereta tarik}} \\
 &= \frac{88,42 \text{ m}^3}{0,15 \text{ m}^3} \\
 &= 590 \text{ kali}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 2.7 waktu yang diperlukan untuk mengangkut galian adaalah :

Memuat = 2 menit
 Mengangkut = 35 m/menit
 Membongkar = 0,3 menit
 Kembali dengan muatan kosong = 47,5 m/menit
 Pengangkutan dilakukan dengan jumlah 590 kali
 maka waktu yang dibutuhkan :

Memuat = 19.651 jam
 Mengangkut = 9.833 jam
 Membongkar = 2.95 jam
 Kembali dengan muatan kosong = 7.246 jam

Total waktu
 = memuat + mengangkut + membongkar +
 kembali dengan muatan kosong
 = 19.651 jam + 9.833 jam + 2.95 jam
 + 17.208 jam
 = 49.643 jam

Untuk 1 grup pekerja = $\frac{49.643 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}}$
 = 6.205 hari

Untuk 20 buruh angkut = 1 hari

Jadi, total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan galian tanah dan angkut hasil galian tanah pile cap membutuhkan waktu 4 hari.

4.2.1.3 Perhitungan Biaya

- Alat

Kereta dorong = jumlah x harga alat
 = 10 unit x Rp.100.000,00/unit

- = Rp.1.000.000,00
- Upah
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 1 hari x
 Rp.163.000,00/hari
 = Rp.163.000,00
 - Pembantu Tkg = jumlah x durasi x harga upah
 = 20 orang x 1 hari x
 Rp.115.000,00/hari
 = Rp.2.300.000,00

Dengan demikian, pekerjaan galian tie beam membutuhkan:

- Durasi menggali = 1 hari
- Durasi mengangkut = 1 hari
- Jumlah pekerja = 1 mandor, 20
buruh
- Total biaya = Rp 2.463.000,00

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.2.2 Pekerjaan Galian Tie Beam atau Sloof

4.2.2.1 Volume Pekerjaan Galian Tie Beam

Volume galian tie beam tergantung dari tipe tie beam dan panjangnya. Dikarenakan panjang tie beam yang bermacam-macam, berikut ini adalah perhitungan volume galian tie beam menurut jenis tie beam:

- Galian tie beam TB S1

Perhitungan tinggi galian menggunakan rumus 2.18

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi galian} &= h_{tb} + \text{tebal pasir padat} + \text{tebal} \\
 &\quad \text{lantai kerja} - (\text{galian plat lantai} + \\
 &\quad \text{tebal pasir padat} + \text{tebal lantai} \\
 &\quad \text{kerja}) \\
 &= 700 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm} - \\
 &\quad (250 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm}) \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan luasan galian menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas alas balok} &= (\text{lebar balok} + (2 \times \text{tebal batu bata})) \times \text{tinggi galian} \\ &= (300 \text{ mm} + (2 \times 110 \text{ mm})) \times 400 \text{ mm} \\ &= 78000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,078 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan volume galian menggunakan rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume galian} &= \text{luas galian} \times \text{panjang galian} \\ &= 0,078 \text{ m}^2 \times 72,44 \text{ m} \\ &= 5,65 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Galian tie beam TB2 S2

Perhitungan tinggi galian menggunakan rumus 2.18

$$\begin{aligned}\text{Tinggi galian} &= h_{tb} + \text{tebal pasir padat} + \text{tebal lantai kerja} - (\text{galian plat lantai} + \text{tebal pasir padat} + \text{tebal lantai kerja}) \\ &= 700 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm} - (250 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm}) \\ &= 450 \text{ mm}\end{aligned}$$

Perhitungan luasan galian menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas alas balok} &= (\text{lebar balok} + (2 \times \text{tebal batu bata})) \times \text{tinggi galian} \\ &= (300 \text{ mm} + (2 \times 110 \text{ mm})) \times 600 \text{ mm} \\ &= 182000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,182 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan volume galian menggunakan rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume galian} &= \text{luas galian} \times \text{panjang galian} \\ &= 0,182 \text{ m}^2 \times 150,05 \text{ m} \\ &= 27,309 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Hasil total perhitungan volume galian tie beam adalah sebesar 32,959 m³. Rincian perhitungan volume galian dapat dilihat pada lampiran.

4.2.2.2 Durasi Pekerjaan Galian Tie Beam

Durasi galian tie beam dibagi menjadi 2 (dua) yaitu durasi menggali dan durasi mengangkut galian. Menggali dan mengangkut galian dikerjakan oleh tenaga pekerja. Perhitungan durasi sebagai berikut:

- Menggali

Kapasitas menggali diambil nilai rata-rata dari jenis tanah liat dari permukaan tanah pada tabel 2.6 sebesar 1,25 jam/m³. Menghitung durasi pekerjaan menggali sesuai rumus 2.14.

- Menggali

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Keperluan jam kerja} \times \text{volume galian}}{\text{jam kerja efektif}} \\
 &= \frac{1,25 \text{ jam/m}^3 \times 6 \text{ m}^3}{8 \text{ jam/hari}} : 1 \text{ grup} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Mengangkut galian

Keperluan bolak balik mengangkut galian zona I dengan 1 kereta tarik adalah

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{volume tanah galian}}{\text{kapasitas 1 kereta tarik}} \\
 &= \frac{6 \text{ m}^3}{0,15 \text{ m}^3} \\
 &= 38 \text{ kali}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 2.7 waktu yang diperlukan untuk mengangkut galian adalah :

Memuat	= 2 menit
Mengangkut	= 35 m/menit
Membongkar	= 0,3 menit
Kembali dengan muatan kosong	= 47,5 m/menit
Pengangkutan dilakukan dengan jumlah 221 kali maka waktu yang dibutuhkan :	
Memuat	= 1,256 jam

$$\begin{aligned}
&\text{Mengangkut} &&= 0,633 \text{ jam} \\
&\text{Membongkar} &&= 0,19 \text{ jam} \\
&\text{Kembali dengan muatan kosong} &&= 2,546 \text{ jam} \\
&\text{Total waktu} \\
&= \text{memuat} + \text{mengangkut} + \text{membongkar} + \\
&\quad \text{kembali dengan muatan kosong} \\
&= 1,256 \text{ jam} + 0,633 \text{ jam} + 0,19 \text{ jam} + 2,546 \text{ jam} \\
&= 2,546 \text{ jam} \\
&\text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{2,546 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} : 1 \text{ grup} \\
&&= 1 \text{ hari}
\end{aligned}$$

Jadi, total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan galian tanah dan angkut hasil galian tanah tie beam membutuhkan waktu 2 hari.

4.2.2.3 Perhitungan Biaya

- Alat
 - Kereta dorong = jumlah x harga alat
 - = 5 unit x Rp.100.000,00/unit
 - = Rp.500.000,00
- Upah
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 2 hari x
 - Rp.163.000,00/hari
 - = Rp.326.000,00
 - Pembantu Tkg = jumlah x durasi x harga upah
 - = 10 orang x 2 hari x
 - Rp.115.000,00/hari
 - = Rp.2.300.000,00

Dengan demikian, pekerjaan galian tie beam membutuhkan:

- Durasi menggali = 2 hari
- Durasi mengangkut = 2 hari

Jumlah pekerja	= 1 mandor, 10 buruh
Total biaya	= Rp.2.626.000,00

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.2.3 Pekerjaan Pengangkutan Galian ke Luar Proyek

4.2.2.4 Volume Pekerjaan Pengangkutan Galian ke Luar Proyek

Volume pengangkutan galian ke luar proyek merupakan hasil jumlah volume pile cap (4.2.1.1) dan tie beam (4.2.2.1), yaitu :

- Pile Cap = 88,43 m³
- Tie Beam = 32,96 m³

Hasil total perhitungan volume galian pile cap dan tie beam adalah sebesar 121,39 m³. Rincian perhitungan volume galian dapat dilihat pada lampiran.

4.2.2.5 Durasi Pekerjaan Pengangkutan Galian ke Luar Proyek

Durasi pengangkutan galian ke luar proyek menggunakan rumus berikut ini :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas excavator} : \text{jam kerja efektif}} \\
 &= \frac{121,39 \text{ m}^3}{66 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} : 8 \text{ jam/hari}} : 1 \text{ grup} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengangkutan galian ke luar proyek membutuhkan waktu 1 hari.

4.2.2.6 Perhitungan Biaya

- Alat

Excavator = jumlah x durasi x harga alat

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ unit} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp.1.200.000,00/unit} \\
 &= \text{Rp.1.200.000,00} \\
 \text{Dumptruck} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga alat} \\
 &= 2 \text{ unit} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp.533.600,00/unit} \\
 &= \text{Rp.1.107.000,00} \\
 - \text{ Upah} & \\
 \text{Operator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 9 \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp.44.216,00/hari} \\
 &= \text{Rp.397.944,00}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengangkutan galian ke luar proyek membutuhkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 1 \text{ operator} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp.2.705.144,00}
 \end{aligned}$$

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.3 Pekerjaan Pemancangan

4.3.1 Volume Pekerjaan Pemancangan

Pada pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya menggunakan tiang pancang dengan kepadalam 25 m. Spesifikasi tiang pancang adalah sebagai berikut

- Tiang pancang Spun pile dengan diameter $\phi 40$ cm.
- Spun pile yang digunakan sepanjang 13 m. Untuk kedalaman 25 m menggunakan 2 spun pile.
- Menggunakan beton K600

Peralatan pemanjangan menggunakan Injection System Pile ZYC320 dengan data – data sebagai berikut :

- Kecepatan piling : 1,9 m/menit
- Kecepatan jelajah : 1,6 m/menit

Dari data – data diatas dapat dihitung produksi pemancangan yang ditentukan dari perhitungan waktu siklus pemancangan dengan perhitungan sebagai berikut :

Untuk menghitung volume tiang pancang dengan kedalaman 25 m.

Volume tiang pancang bagian atas :

Jumlah tiang pancang = titik pancang 88 buah

Volume tiang pancang bagian bawah :

Jumlah tiang pancang = titik pancang 88 buah

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8

4.3.2 Durasi Pekerjaan Pemancangan

- Waktu pemancangan yang dibutuhkan untuk memancang pada zona 1 dan zona 2 dapat dihitung sebagai berikut :

Waktu sentering alat = 5 menit

Pengangkatan tiang pancang 1 = 2 menit

Centering tiang pancang 1 = 0,20 menit

Waktu Injection segmen 1 (13 m) dapat dihitung menggunakan rumus ...

$$\frac{\text{panjang tiang pancang (m)}}{\text{kecepatan pancang (m/min)}} = \frac{13 \text{ m}}{1,9 \text{ m/min}} = 7 \text{ menit}$$

Pengangkatan tiang pancang 2 = 2 menit

Centering tiang pancang 2 = 0,20 menit

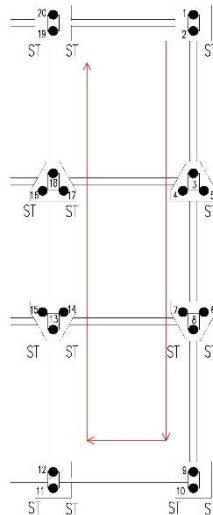
Pengelasan sambungan = 40 menit

Waktu Injection segmen 2 (12 m) dapat dihitung menggunakan rumus ...

$$\begin{aligned} \frac{\text{panjang tiang pancang (m)}}{\text{kecepatan pancang (m/min)}} &= \frac{12 \text{ m}}{1,9 \text{ m/min}} \\ &= 6,32 \text{ menit} \\ \text{Setting ruyung (30 cm)} &= 0,5 \text{ menit} \\ \text{Pemindahan ruyung} &= 2,5 \text{ menit} \\ \text{Total waktu (t}_{\text{total}}) &= 63,36 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk memancang 1 set tiang pancang dengan 2 segmen adalah 63,36 menit.

- Waktu Perpindahan Alat Pancang
Waktu perpindahan alat pancang dapat dihitung sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Denah Pile Cap

Kecepatan perpindahan alat = 1,6 m/menit

Perpindahan antar pile cap :

Waktu perpindahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jarak Perpindahan (m)}}{\text{Kecepatan Perpindahan Alat (m /min)}} \\ &= \frac{4,80 \text{ m}}{1,60 \text{ m /min}} = 3 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan antar pile cap adalah 3 menit.

Perpindahan pada satu pile cap (PC 1) dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.24 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jarak Perpindahan (m)}}{\text{Kecepatan Perpindahan Alat (m /min)}} \\ &= \frac{0,875 \text{ m}}{1,60 \text{ m /min}} = 0,55 \text{ menit} \end{aligned}$$

Perpindahan pada satu pile cap (PC 2) dapat dihitung dengan menggunakan rumu 2.24 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jarak Perpindahan (m)}}{\text{Kecepatan Perpindahan Alat (m /min)}} \\ &= \frac{0,70 \text{ m}}{1,60 \text{ m /min}} = 0,44 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk berpindah dalam PC1
= 0,55 menit x 2
= 1,1 menit

Waktu yang dibutuhkan untuk berpindah dalam PC2
= 0,44 menit

Total waktu perpindahan alat untuk PC1 =

$$\begin{aligned}T_s &= 3 \text{ menit} + 1,1 \text{ menit} \\&= 4,1 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Waktu Pemancangan PC1

Total waktu yang dibutuhkan untuk pemancangan dapat dihitung menggunakan rumus 2.25 yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}T_s &= t_{\text{total}} + t_s \\&= (3 \times 63,36 \text{ menit}) + 4,1 \text{ menit} \\&= 194,17 \text{ menit}\end{aligned}$$

Total waktu yang dibutuhkan untuk pemancangan PC 9107,61 menit.

Karena pada pekerjaan pemancangan menggunakan alat berat, maka pekerjaan pemancangan dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Faktor kondisi alat (menurut tabel 2.3)
FK alat (baik) = 0,75
2. Kapasitas produksi dalam satu jam dihitung dengan menggunakan rumus 2.22 :

$$Q = \frac{V \times p \times F_a \times 60}{T_s}$$

$$Q = \frac{88 \times 25 \text{ m / titik} \times 0,75 \times 60}{9107,61 \text{ menit}}$$

$$Q = 10,87 \text{ m / jam}$$

$$\begin{aligned}Q &= \frac{10,87 \text{ m / jam}}{25 \text{ m / titik}} \\&= 3,48 \text{ titik / hari}\end{aligned}$$

3. Durasi yang dibutuhkan untuk memancang dapat dihitung menggunakan rumus 2.26 sebagai berikut :

$$Durasi = \frac{Jumlah\ titik}{Produktifitas}$$

$$Durasi = \frac{88\ titik}{3,48\ titik\ /hari}$$

$$Durasi = 25\ hari$$

4.3.3 Perhitungan Biaya

- Material
 - Tiang pancang = jumlah x harga
= 176 x Rp. 3.800.000,00
= Rp.668.000.000,00
 - Join = jumlah x harga
= 88 x Rp. 390.000,00
= Rp. 34.320.000,00
- Alat
 - Injection = jumlah x harga sewa x panjang pancang x durasi
= 1 x Rp. 127.000,00 x 25 m x 25 hari
= Rp. 79.375.000,00
 - Las = jumlah titik x harga x durasi
= 88 x Rp. 190.000,00 x 25 hari
= Rp. 418.000.000,00
- Upah
 - Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 25 hari x Rp. 50.000,00
= Rp. 1.250.000,00
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 25 hari x Rp. 163.000,00
= Rp. 4.075.000,00

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 3 \times 25 \text{ hari} \times \text{Rp. } 126,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 3.150.000,00
 \end{aligned}$$

Dengan demikian pekerjaan pemancangan membutuhkan

:

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 25 \text{ hari} \\
 \text{Alat} &= 1 \text{ injection pile} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 1 \text{ operator injection, 1} \\
 &\quad \text{mandor, 1 tukang} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp. } 1.208.970.000,00
 \end{aligned}$$

Data ini digunakan sebagai input data pada Ms.Project.

4.4 Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang

4.4.1 Durasi Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang

P ada proyek pembangunan Asrama Universitas Negeri Surabaya ini dilakukan pemotongan ujung atas tiang pancang dengan kapasitas pemotongan tiang pancang berdasarkan buku referensi untuk kantor PP yaitu sebanyak 6 (enam) titik per hari.

Kebutuhan jam kerja untuk pekerjaan pemotongan tiang pancang dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah titik tiang pancang} &= 88 \text{ buah} \\
 \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{88 \text{ buah}}{6 \text{ buah /hari}} \\
 &= 15 \text{ hari} \\
 \text{Untuk 2 grup pekerja} &= 7 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.4.2 Perhitungan Biaya

- Upah

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{Jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 7 \text{ hari} \times \text{Rp. } 163,000,00
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 1.195.333,00$$

Buruh Pancang = Jumlah x durasi x harga upah

$$= 1 \text{ orang} \times 7 \text{ hari} \times$$

$$\text{Rp. } 115.000,00$$

$$= \text{Rp. } 843.333,00$$

Dengan demikian, pekerjaan pemotongan kepala tiang pancang membutuhkan :

$$\text{Durasi} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ mandor, } 1 \text{ buruh}$$

$$\text{Total biaya} = \text{Rp. } 2.038.667,00$$

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.5 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan urugan dalam proyek ini ada lima jenis yaitu pekerjaan urugan *pile cap*, sloof, dan plat.

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8 dan STR-9

4.5.1 Pekerjaan Urugan Pile Cap

Pada proyek ini tipe *pile cap* ada 2 yaitu PC1 dan PC2. Detail gambar tinggi urugan tertera pada gambar 2.6. Walaupun bentuk *pile cap* berbeda tapi tebal urugan sama yaitu 50 mm.

4.5.1.1 Volume Pekerjaan Urugan Pile Cap

Perhitungan volume urugan *pile cap* sebagai berikut:

- *Pile cap* tipe PC.1 (detail gambar lihat gambar 2.5)

$$\text{Tinggi} = \text{tebal urugan pasir padat}$$

$$= 50 \text{ mm}$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

Luas urugan memakai rumus 2.6

$$\text{Luas} = \text{Luas Trapesium} + \text{Luas Persegi Panjang}$$

$$\frac{((a+2 \text{ lebar batu bata})+(b+2 \text{ lebar batu bata}))}{2} \times (t + \text{lebar batu bata}) +$$

$$\begin{aligned}
 & ((\text{panjang} + 2 \text{ lebar batu bata}) \times (\text{lebar} + \text{lebar batu bata})) \\
 & = \left(\frac{((1950 + 2.110) + (550 + 2.110))}{2} \times (1250 + 110 \text{ mm}) \right) + (1950 + 2.110) \times (450 + 2.110) \\
 & = 1999200 \text{ mm} + 1453900 \text{ mm} \\
 & = 3453100 \text{ mm}^2 \\
 & = 3,453 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.7

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{luas} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah} \\
 &= 3,453 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 16 \\
 &= 2,76 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- *Pile cap* tipe PC.2 (detail gambar lihat gambar 2.5)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\
 &= 50 \text{ mm} \\
 &= 0,05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Luas urugan memakai rumus 2.6

$$\begin{aligned}
 \text{Luas} &= (\text{sisi pile cap} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \\
 &= (1550 \text{ mm} + (2 \times 110 \text{ mm}))^2 \\
 &= (1770 \text{ mm})^2 \\
 &= 3133000 \text{ mm}^2 \\
 &= 3,133 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.7

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{luas} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah} \\
 &= 3,133 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 20 \\
 &= 3,13 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dari cara perhitungan diatas dapat dihitung total volume urugan *pile cap* yaitu :

No	Tipe PC	Jumlah	Luas Urugan	Volume Urugan	Volume Total
1	PC 1	16	3.45	0.172655 m	2.76
2	PC 2	20	3.13	0.156645 m	3.13
Total					5.90

4.5.1.2 Kapasitas Produksi Pekerjaan Urugan Pile Cap

Pada proyek ini karena dimensi pekerjaan urugan tidak terlalu besar sehingga tidak diperlukan alat berat maka perhitungan kapasitas produksi menggunakan tabel 2.11. Jenis tanah pada proyek ini termasuk jenis tanah liat dan penimbunannya menggunakan pemadatan maka diambil nilai tengahnya yaitu 0,8 m³/jam.

4.5.1.3 Durasi Pekerjaan Urugan Pile Cap

Perhitungan durasi urugan pile cap sesuai dengan rumus 2.32 dapat dihitung sebagai berikut:

Durasi urugan dan pemadatan :

$$\begin{aligned} t &= \frac{\text{Volume urugan}}{\text{Kap.pemadatan}} : \text{Jam kerja} : n \text{ buruh} \\ &= \frac{5,9 \text{ m}^3}{0,15 \text{ m}^3/\text{jam}} : 8 \text{ jam} : 10 \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

4.5.1.4 Perhitungan Biaya

- Material

$$\begin{aligned} \text{Pasir urug} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 5.9 \text{ m}^3 \times \text{Rp.70.000,00/m}^3 \\ &= \text{Rp.412.677,00} \end{aligned}$$

- Upah

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp.163.000,00/hari} \\ &= \text{Rp. 163.000,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Buruh urug} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 10 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp.115.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.1.150.000,00} \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan urugan pile cap membutuhkan:

Durasi = 1 hari
 Jumlah pekerja = 1 mandor, 10 buruh
 Total biaya = Rp.1.313.000,00
 Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.5.2 Pekerjaan Urugan Tie Beam atau Sloof

Pada proyek ini terdapat pekerjaan urugan *untuk tie beam* dengan tinggi urugan 5 cm untuk detail gambar tertera pada gambar 2.10.

4.5.2.1 Volume Pekerjaan Urugan Tie Beam atau Sloof

Pada Tower A terdapat 9 jenis *tie beam* dengan perhitungan volume urugan sebagai berikut:

- Tie beam S1a

Tinggi = tebal urugan pasir padat
 = 50 mm
 = 0,05 m

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

Luas = (lebar + (2 x tebal batako)) x panjang
 balok
 = (0,3 m + (2 x 0,11 m)) x 3,25 m
 = 1,69 m²

Volume urugan memakai rumus 2.20

Volume = luas urugan x tinggi urugan x jumlah
 = 0,169 m² x 0,05 m x 2
 = 0,169 m³

- Tie beam S1b

Tinggi = tebal urugan pasir padat
 = 50 mm
 = 0,05 m

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

Luas = (lebar + (2 x tebal batako)) x panjang
 balok
 = (0,3 m + (2 x 0,11 m)) x 3,27 m
 = 1,7 m²

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 1,7 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,17 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam S1c

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 2,45 \text{ m} \\ &= 1,274 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 1,274 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 12 \\ &= 0,764 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam S1d

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 2,5 \text{ m} \\ &= 1,85 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 1,85 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 12 \\ &= 1,3 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam S2a

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\text{Luas} = (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang}$$

$$\begin{aligned} & \text{balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 5,25 \text{ m} \\ &= 2,314 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 2,314 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,231 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tie beam TB S2b

$$\begin{aligned} \text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang} \\ & \text{Balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 4,45 \text{ m} \\ &= 2,34 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 2,34 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,234 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tie beam TB S2c

$$\begin{aligned} \text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang} \\ & \text{Balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 4,3 \text{ m} \\ &= 2,73 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 2,73 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,273 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tie beam TB S2d

$$\text{Tinggi} = \text{tebal urugan pasir padat}$$

$$= 50 \text{ mm}$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\text{Luas} = (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang Balok}$$

$$= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 5,175 \text{ m}$$

$$= 2,314 \text{ m}^2$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\text{Volume} = \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah}$$

$$= 2,314 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 1$$

$$= 0,116 \text{ m}^3$$

- Tie beam TB S2e

$$\text{Tinggi} = \text{tebal urugan pasir padat}$$

$$= 50 \text{ mm}$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\text{Luas} = (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang Balok}$$

$$= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 4,3 \text{ m}$$

$$= 2,236 \text{ m}^2$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\text{Volume} = \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah}$$

$$= 2,236 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 8$$

$$= 0,894 \text{ m}^3$$

- Tie beam TB S2f

$$\text{Tinggi} = \text{tebal urugan pasir padat}$$

$$= 50 \text{ mm}$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\text{Luas} = (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang Balok}$$

$$= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 5,17 \text{ m}$$

$$= 2,691 \text{ m}^2$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\text{Volume} = \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah}$$

$$= 2,691 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 16$$

$$= 2,153 \text{ m}^3$$

Dari cara perhitungan diatas dapat dihitung total volume urugan *pile cap* yaitu $5,785 \text{ m}^3$.

4.5.2.2 Kapasitas Produksi Pekerjaan Urugan Tie Beam atau Sloof

Pada proyek ini karena dimensi pekerjaan urugan tidak terlalu besar sehingga tidak diperlukan alat berat maka perhitungan kapasitas produksi menggunakan tabel 2.12. Jenis tanah pada proyek ini termasuk jenis tanah liat dan penimbunannya menggunakan pemadatan maka di ambil nilai tengahnya yaitu $0,8 \text{ m}^3/\text{jam}$

4.5.2.3 Durasi Pekerjaan Urugan Tie Beam atau Sloof

Perhitungan durasi urugan lahan sesuai dengan rumus 2.32 dapat dihitung sebagai berikut:

Durasi urugan dan pemadatan :

$$t = \frac{\text{Volume urugan}}{Q}$$

$$= \frac{5,785 \text{ m}^3}{0,15 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 38,56 \text{ jam}$$

$$\text{Untuk 1 grup pekerja} = \frac{38,56 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}}$$

$$= 5 \text{ hari}$$

$$\text{Untuk 10 buruh pekerja} = 1 \text{ hari}$$

4.5.2.4 Perhitungan Biaya

- Material

$$\text{Pasir urug} = \text{volume} \times \text{harga}$$

$$= 1.883 \text{ m}^3 \times \text{Rp.}88.800,00/\text{m}^3$$

$$= \text{Rp.}167.249,00$$

- Upah

$$\text{Mandor} = \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$$

$$= 1 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp.}163.000,00/\text{hari}$$

$$= \text{Rp.}163.000,00$$

$$\text{Buruh urug} = \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$$

$$\begin{aligned}
 &= 10 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp.126.000,00/hari} \\
 &= \text{Rp.1.260.000,00}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan urugan pile cap membutuhkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 1 \text{ mandor, 10 buruh} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp.1.423.000,00}
 \end{aligned}$$

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.5.3 Pekerjaan Urugan Plat Lantai

4.5.3.1 Volume Pekerjaan Urugan Plat

Luas urugan plat dihitung menggunakan bantuan autocad untuk mempermudah. Sehingga didapatkan luas plat sebagai berikut:

$$\text{Luas} = 690,263 \text{ m}^2$$

Perhitungan volume dikalikan dengan tinggi urugan setebal 100 mm atau 0,1 m

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{Luas} \times \text{tinggi urugan} \\
 &= 690,263 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} \\
 &= 69,026 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.5.3.2 Kapasitas Produksi Pekerjaan Urugan Plat

Pada proyek ini karena dimensi pekerjaan urugan tidak terlalu besar sehingga tidak diperlukan alat berat maka perhitungan kapasitas produksi menggunakan tabel 2.11. Jenis tanah pada proyek ini termasuk jenis tanah liat dan penimbunannya menggunakan pemadatan maka di ambil nilai tengahnya yaitu 0,8 m³/jam.

4.5.3.3 Durasi Pekerjaan Urugan Plat

Perhitungan durasi urugan lahan sesuai dengan rumus 2.32 dapat dihitung sebagai berikut:

Durasi urugan dan pemadatan :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Volume urugan}}{Q} \\
 &= \frac{28 \text{ m}^3}{0,15 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 186,67 \text{ jam} \\
 \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{186,67 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} \\
 &= 23,34 \text{ hari} \\
 \text{Untuk 10 buruh pekerja} &= 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.5.3.4 Perhitungan Biaya

- Material

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir urug} &= \text{volume} \times \text{harga} \\
 &= 28 \text{ m}^3 \times \text{Rp.88.800,00/m}^3 \\
 &= \text{Rp.2.510.598,00}
 \end{aligned}$$

- Upah

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 3 \text{ hari} \times \text{Rp.163.000,00/hari} \\
 &= \text{Rp.489.000,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Buruh urug} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 10 \text{ orang} \times 3 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp.126.000,00/hari} \\
 &= \text{Rp.3.780.000,00}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan urugan plat lantai membutuhkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 5 \text{ hari} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 1 \text{ mandor, 10 buruh} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp.4.269.000,00}
 \end{aligned}$$

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.6 Pekerjaan Lantai Kerja

Untuk perhitungan kapasitas produksi dan durasi pengecoran lantai kerja akan dibahas di bab 4.9. pada bab ini akan dijelaskan perhitungan volume pekerjaan lantai kerja.

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8 dan STR-9

4.6.1 Volume Pekerjaan Lantai Kerja

4.6.1.1. Lantai kerja pile cap

- Pile cap tipe PC1

Tinggi = tebal lantai kerja
= 50 mm
= 0,05 m

Luas memakai persamaan 2.6

Luas = Luas Trapesium + Luas Persegi Panjang

=

$$\frac{((a+2 \text{ lebar batu bata})+(b+2 \text{ lebar batu bata}))}{2} \times (t + \text{lebar batu bata}) +$$

$$((\text{panjang} + 2 \text{ lebar batu bata}) \times (\text{lebar} + \text{lebar batu bata}))$$

$$= \left(\left(\frac{((1950+2.110)+(550+2.110))}{2} \right) \times (1250 + 110\text{mm}) \right) + (1950+2.110) \times (450+2.110))$$

Volume memakai persamaan 2.7

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas} \times \text{tinggi lantai kerja} \\ &= 3,453 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \\ &= 0,173 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pile cap tipe PC2

Tinggi = tebal lantai kerja
= 50 mm
= 0,05 m

Luas memakai persamaan 2.6

$$\text{Luas} = (\text{sisi} + (2 \times \text{tebal batu bata}))^2$$

$$= (1,55 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2$$

$$= 3,133 \text{ m}^2$$

Volume memakai persamaan 2.7

$$\text{Volume} = \text{luas} \times \text{tinggi lantai kerja}$$

$$= 3,133 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m}$$

$$= 0,157 \text{ m}^3$$

Total volume lantai kerja pile cap tiap zona berdasarkan jumlah pile cap yang berada pada zona tersebut dikalikan dengan volume lantai kerja tiap pile cap yang telah dihitung diatas. Perhitungan total volume lantai kerja pile cap tiap zona sebagai berikut:

- PC 1 = jumlah pile cap x volume
- $= 16 \times 0,173 \text{ m}^3$
- $= 2,768 \text{ m}^3$
- PC 2 = $20 \times 0,157 \text{ m}^3$
- $= 3,14 \text{ m}^3$

$$\text{Total pengecoran lantai kerja} = 5,908 \text{ m}^3$$

4.6.1.2. Lantai kerja tie beam atau sloof

Perhitungan lantai kerja *tie beam* menggunakan rumus 2.23 dan 2.24. *Tie beam* yang digunakan pada tower A ini memiliki berbagai macam dimensi. Perhitungan volume lantai kerja *tie beam* sesuai dengan jenis dan bentuk *tie beam* yang direncanakan sebagai berikut :

- Tie beam S1a

$$\text{Tinggi} = \text{tebal urugan pasir padat}$$

$$= 50 \text{ mm}$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\text{Luas} = (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang balok}$$

$$= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 3,25 \text{ m}$$

$$= 1,69 \text{ m}^2$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 0,169 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,169 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam S1b

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 3,27 \text{ m} \\ &= 1,7 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 1,7 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,17 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam S1c

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 2,45 \text{ m} \\ &= 1,274 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 1,274 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 12 \\ &= 0,764 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam S1d

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 2,5 \text{ m} \\ &= 1,85 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 1,85 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 12 \\ &= 1,3 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam S2a

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 5,25 \text{ m} \\ &= 2,314 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 2,314 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,231 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam TB S2b

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang Balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 4,45 \text{ m} \\ &= 2,34 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 2,34 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,234 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam TB S2c

Tinggi = tebal urugan pasir padat
 = 50 mm
 = 0,05 m

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

Luas = (lebar + (2 x tebal batako)) x panjang
 Balok
 = (0,3 m + (2 x 0,11 m)) x 4,3 m
 = 2,73 m²

Volume urugan memakai rumus 2.20

Volume = luas urugan x tinggi urugan x jumlah
 = 2,73 m² x 0,05 m x 2
 = 0,273 m³
- Tie beam TB S2d

Tinggi = tebal urugan pasir padat
 = 50 mm
 = 0,05 m

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

Luas = (lebar + (2 x tebal batako)) x panjang
 Balok
 = (0,3 m + (2 x 0,11 m)) x 5,175 m
 = 2,314 m²

Volume urugan memakai rumus 2.20

Volume = luas urugan x tinggi urugan x jumlah
 = 2,314 m² x 0,05 m x 1
 = 0,116 m³
- Tie beam TB S2e

Tinggi = tebal urugan pasir padat
 = 50 mm
 = 0,05 m

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

Luas = (lebar + (2 x tebal batako)) x panjang
 Balok
 = (0,3 m + (2 x 0,11 m)) x 4,3 m
 = 2,236 m²

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 2,236 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 8 \\ &= 0,894 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Tie beam TB S2f

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \text{tebal urugan pasir padat} \\ &= 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas urugan menggunakan rumus 2.19

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (\text{lebar} + (2 \times \text{tebal batako})) \times \text{panjang} \\ &\quad \text{Balok} \\ &= (0,3 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 5,17 \text{ m} \\ &= 2,691 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Volume urugan memakai rumus 2.20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas urugan} \times \text{tinggi urugan} \times \text{jumlah} \\ &= 2,691 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 16 \\ &= 2,153 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dari cara perhitungan diatas dapat dihitung total volume urugan *pile cap* yaitu 5,785 m³.

4.6.1.3. Lantai kerja plat lantai dasar

Perhitungan luasan untuk plat lantai dengan menggunakan bantuan autocad yang kemudian dikalikan dengan tinggi lantai kerja sebesar 5 cm untuk mendapatkan volume pengecorannya. Di bawah ini perhitungan volume pekerjaan lantai kerja pada plat lantai dasar:

$$\begin{aligned}\text{Luas plat lantai} &= 565,45 \text{ m}^2 \\ \text{Tinggi lantai kerja} &= 0,05 \text{ m} \\ \text{Volume} &= \text{luas} \times \text{tinggi lantai kerja} \\ &= 565,45 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

$$= 28,273 \text{ m}^3$$

4.6.2 Perhitungan Biaya

a. Lantai Kerja Pile Cap

- Material

$$\begin{aligned} \text{Beton K-300} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\ &= 5.90 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 957.243,00 \\ &= \text{Rp. } 5.643.311,00 \end{aligned}$$

- Upah

$$\begin{aligned} \text{Operator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 2 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. } 150.000,00/\text{hari} \\ &= \text{Rp. } 300.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. } 163.000,00 \\ &= \text{Rp. } 163.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp. } 126.000,00 \\ &= \text{Rp. } 126.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Buruh} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 2 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp. } 115.000,00 \\ &= \text{Rp. } 230.000,00 \end{aligned}$$

- Alat

$$\begin{aligned} \text{Concrete Pump} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa} \\ &= 2 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. } 3.500.000,00 \\ &= \text{Rp. } 7.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vibrator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa} \\ &= 2 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. } 350.000,00 \\ &= \text{Rp. } 700.000,00 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran lantai kerja pile cap membutuhkan :

Durasi	= 1 hari
Alat yang digunakan	= Concrete pump, vibrator
Jumlah pekerja	= 2 operator, 1 mandor , 1 tukang, 2 buruh
Total biaya	= Rp. 14.162.311,00

b. Lantai Kerja Tie Beam

- Material
 - Beton K-250 = volume x harga bahan
= $5.785 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918.332,00$
= Rp.5.312.312,00
- Upah
 - Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 2 orang x 1 hari x
Rp. 150.000,00/hari
= Rp. 300.000,00
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163.000,00
= Rp. 163.000,00
 - Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126.000,00
= Rp. 126.000,00
 - Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 2 x 1 hari x Rp. 115.000,00
= Rp. 230.000,00
- Alat
 - Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa

$$\begin{aligned}
 &= 2 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 3.500,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 7.000,000,00 \\
 \text{Vibrator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa} \\
 &= 2 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 350,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 700,000,00
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran lantai kerja tie beam membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} &= \text{Concrete pump,} \\
 &\quad \text{vibrator} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 2 \text{ operator, } 1 \\
 &\quad \text{mandor, } 1 \text{ tukang,} \\
 &\quad 2 \text{ buruh} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp. } 14.162.311,00
 \end{aligned}$$

c. Lantai Kerja Plat

- Material

$$\begin{aligned}
 \text{Beton K-250} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\
 &= 28.27 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918.332,00 \\
 &= \text{Rp. } 25.963.541,47
 \end{aligned}$$

- Upah

$$\begin{aligned}
 \text{Operator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 2 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 150.000,00/\text{hari} \\
 &= \text{Rp. } 300.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 163,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 163.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp. } 126,000,00
 \end{aligned}$$

= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 2 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 230.000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 2 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 7.000,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 2 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 700,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran lantai
kerja plat lantai membutuhkan :

Durasi = 1 hari

Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator

Jumlah pekerja = 2 operator, 1
mandor , 1 tukang,
2 buruh

Total biaya = Rp. 34.482.541,00

4.7 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada tugas akhir ini terbagi menjadi 2 (dua) yaitu pekerjaan bekisting bata merah dan pekerjaan bekisting kayu. Pengaplikasian pekerjaan bekisting menggunakan pasangan bata merah pada pile cap, sloof, dan pit lift. Sedangkan pekerjaan bekisting menggunakan kayu pada kolom, balok, dan plat.

4.7.1 Pekerjaan Bekisting Bata Merah

4.7.1.1 Volume Pekerjaan Bekisting Bata Merah

a. Pile cap

- PC 1

- Keliling PC = 6,266 m

- Tinggi PC = 1 m

- Tebal mortar = 0,65 cm

Perbandingan campuran = 1 : 3

Menopang sloof:

- Sloof tipe S1:

$b_1 = 0,3 \text{ m}$

$h_1 = 0,4 \text{ m}$

- Sloof tipe S2:

$b_2 = 0,3 \text{ m}$

$h_2 = 0,6 \text{ m}$

Menghitung luas bekisting menggunakan rumus 2.34

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (K \times t) - (b_1 \times h_1) - (b_2 \times h_2) \\ &= (6,266 \text{ m} \times 1 \text{ m}) - (0,3 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}) - \\ &\quad (0,3 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}) \\ &= 5,966 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan batu bata menggunakan rumus 2.39

$$\begin{aligned}\text{Vol.batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\ &= 5,966 \text{ m}^2 \times \frac{77,77 \text{ buah}}{1 \text{ m}^2} \\ &= 463,976 \text{ buah}\end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu bata yang pecah, maka jumlah batu bata ditambah sebesar 2%.

$$\begin{aligned}\text{Total vol.batu bata} &= \text{vol.batu bata} + (\text{vol.batu} \\ &\quad \text{bata} \times 2\%) \\ &= 463,976 + (463,976 \times 2\%) \\ &= 474 \text{ buah}\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan mortar menggunakan rumus 2.40

$$\text{Vol.mortar} = \text{vol.batu bata} \times \text{keperluan mortar}$$

$$= 474 \text{ buah} \times \frac{0,42 \text{ m}^3}{1000 \text{ buah}}$$

$$= 0,199 \text{ m}^3$$

Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus 2.41

$$\text{Vol.semen} = \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan semen}$$

$$= 0,199 \text{ m}^3 \times \frac{12,75 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 3 \text{ zak}$$

Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus 2.42

$$\text{Vol.pasir} = \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan pasir}$$

$$= 0,199 \text{ m}^3 \times \frac{1,08 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 0,215 \text{ m}^3$$

Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus 2.43

$$\text{Vol. air} = \text{keb.batu bata} \times \text{keb. air}$$

$$= 474 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000 \text{ buah}}$$

$$= 118,5 \text{ liter}$$

- PC 2

$$\text{Sisi PC} = 1,55 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi PC} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Tebal mortar} = 0,65 \text{ cm}$$

$$\text{Perbandingan campuran} = 1 : 3$$

Menopang sloof:

- Sloof tipe S1:

$$b_1 = 0,3 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,4 \text{ m}$$

- Sloof tipe S2:

$$b_2 = 0,3 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,6 \text{ m}$$

Menghitung luas bekisting menggunakan rumus 2.35

$$\begin{aligned}
 \text{Luas} &= ((s \times t) \times 4) - (b_1 \times h_1) - (b_2 \times h_2) \\
 &= ((1,55 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \times 4) - (0,3 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}) - \\
 &\quad (0,3 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}) \\
 &= 5,9 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan batu bata menggunakan rumus 2.39

$$\begin{aligned}
 \text{Vol.batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\
 &= 5,9 \text{ m}^2 \times \frac{77,77 \text{ buah}}{1 \text{ m}^2} \\
 &= 458,84 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu bata yang pecah, maka jumlah batu bata ditambah sebesar 2%.

$$\begin{aligned}
 \text{Total vol.batu bata} &= \text{vol.batu bata} + (\text{vol.batu} \\
 &\quad \text{bata} \times 2\%) \\
 &= 458,84 + (458,84 \times 2\%) \\
 &= 469 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan mortar menggunakan rumus 2. 40

$$\begin{aligned}
 \text{Vol.mortar} &= \text{vol.batu bata} \times \text{keperluan mortar} \\
 &= 468,017 \text{ buah} \times \frac{0,42 \text{ m}^3}{1000 \text{ buah}} \\
 &= 0,197 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus 2.41

$$\begin{aligned}
 \text{Vol.semen} &= \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan semen} \\
 &= 0,197 \text{ m}^3 \times \frac{12,75 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\
 &= 3 \text{ zak}
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus 2.42

$$\begin{aligned}
 \text{Vol.pasir} &= \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan pasir} \\
 &= 0,197 \text{ m}^3 \times \frac{1,08 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \\
 &= 0,213 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus 2.43

$$\text{Vol. air} = \text{keb.batu bata} \times \text{keb. air}$$

$$= 469 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000 \text{ buah}}$$

$$= 117,25 \text{ liter}$$

Di bawah ini adalah tabel rekapan volume bekisting batu bata untuk pile cap:

Tipe PC	Jumlah	Volume batu bata (buah)	Penam bahan 2% (buah)	Volume mortar (m³)	Vol. semen (zak)	Vol. pasir (m³)	Volume air (liter)	Luas (m²)
PC 1	16	7423,61 3	7573	3,181	41	3,435	1893,25	95,456
PC 2	20	9176,86 0	9361	3,932	51	4,246	2340,25	118
JUMLAH		16600,4 73	16934	7,112	92,000	7,681	4233,50	213,456

Dari tabel diatas diperoleh total volume berikut:

Kebutuhan batu bata = 16600 buah

Kebutuhan mortar = 7,112 m³

Kebutuhan semen = 92 zak

Kebutuhan pasir = 7,681 m³

Kebutuhan air = 4233,5 liter

b. Sloof atau Tie Beam

Luas bekisting tie beam tergantung dari tipe tie beam dan panjangnya. Elevasi permukaan sloof sama dengan plat lantai, maka perlu pengurangan volume bekisting sloof. Pengurangan bekisting sloof meliputi tebal plat lantai 250 mm, tebal urugan pasir 100 mm, dan tebal lantai kerja 50 mm.

Dikarenakan panjang tie beam yang bermacam-macam, berikut ini adalah perhitungan luas bekisting tie beam menurut jenis tie beam:

- Tie beam S1

$$\begin{aligned}
 b &= 0,3 \text{ m} \\
 h &= 0,4 \text{ m} \\
 \text{panjang tie beam} &= 72,42 \text{ m} \\
 t_{\text{plat}} &= 0,12 \text{ m} \\
 t_{\text{urugan}} &= 0,05 \text{ m} \\
 t_{\text{lantai kerja}} &= 0,05 \text{ m} \\
 \text{Tebal mortar} &= 0,65 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Perbandingan campuran} = 1 : 3$$

Menghitung luas bekisting menggunakan rumus 2.38

$$\begin{aligned}
 \text{Luas} &= ((h - t_{\text{plat}} - t_{\text{urugan}} - t_{\text{lantai kerja}}) \times p) \times 2 \\
 &= ((0,4 \text{ m} - 0,12 \text{ m} - 0,05 \text{ m} - 0,05 \text{ m}) \times \\
 &72,42 \\
 &\quad \text{m}) \times 2 \\
 &= 26,071 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan batu bata menggunakan rumus 2.39

$$\begin{aligned}
 \text{Vol.batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\
 &= 26,071 \text{ m}^2 \times \frac{77,77 \text{ buah}}{1 \text{ m}^2} \\
 &= 2027,557 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu bata yang pecah, maka jumlah batu bata ditambah sebesar 2%.

$$\begin{aligned}
 \text{Total vol.batu bata} &= \text{vol.batu bata} + (\text{vol.batu} \\
 &\quad \text{bata} \times 2\%) \\
 &= 2027,557 + (2027,557 \times \\
 &\quad 2\%) \\
 &= 2069 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan mortar menggunakan rumus 2.40

$$\begin{aligned}
 \text{Vol.mortar} &= \text{vol.batu bata} \times \text{keperluan mortar} \\
 &= 2027,557 \text{ buah} \times \frac{0,42 \text{ m}^3}{1000 \text{ buah}} \\
 &= 0,869 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus 2.41

$$\begin{aligned}\text{Vol.semen} &= \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan semen} \\ &= 0,869 \text{ m}^3 \times \frac{12,75 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 12 \text{ zak}\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus 2.42

$$\begin{aligned}\text{Vol.pasir} &= \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan pasir} \\ &= 0,869 \text{ m}^3 \times \frac{1,08 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \\ &= 0,938 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus 2.43

$$\begin{aligned}\text{Vol. air} &= \text{keb.batu bata} \times \text{keb. air} \\ &= 2027,557 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000 \text{ buah}} \\ &= 517,250 \text{ liter}\end{aligned}$$

- Tie beam S2

$$\begin{aligned}b &= 0,4 \text{ m} \\ h &= 0,6 \text{ m} \\ \text{panjang tie beam} &= 145,55 \text{ m} \\ t_{\text{plat}} &= 0,12 \text{ m} \\ t_{\text{urugan}} &= 0,05 \text{ m} \\ t_{\text{lantai kerja}} &= 0,05 \text{ m} \\ \text{Tebal mortar} &= 0,65 \text{ cm} \\ \text{Perbandingan campuran} &= 1 : 3\end{aligned}$$

Menghitung luas bekisting menggunakan rumus 2.38

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= ((h - t_{\text{plat}} - t_{\text{urugan}} - t_{\text{lantai kerja}}) \times p) \times 2 \\ &= ((0,6 \text{ m} - 0,12 \text{ m} - 0,05 \text{ m} - 0,05 \text{ m}) \times \\ &145,55 \\ &\text{m}) \times 2 \\ &= 110,618 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan batu bata menggunakan rumus 2.39

$$\begin{aligned}\text{Vol.batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\ &= 110,618 \text{ m}^2 \times \frac{77,77 \text{ buah}}{1 \text{ m}^2}\end{aligned}$$

$$= 8602,76 \text{ buah}$$

Untuk mengatasi batu bata yang pecah, maka jumlah batu bata ditambah sebesar 2%.

$$\begin{aligned} \text{Total vol.batu bata} &= \text{vol.batu bata} + (\text{vol.batu} \\ &\quad \text{bata} \times 2\%) \\ &= 8602,76 + (8602,76 \times 2\%) \\ &= 8775 \text{ buah} \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan mortar menggunakan rumus 2.40

$$\begin{aligned} \text{Vol.mortar} &= \text{vol.batu bata} \times \text{keperluan mortar} \\ &= 8602,76 \text{ buah} \times \frac{0,42 \text{ m}^3}{1000 \text{ buah}} \\ &= 3,686 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus 2.41

$$\begin{aligned} \text{Vol.semen} &= \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan semen} \\ &= 3,686 \text{ m}^3 \times \frac{12,75 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 47 \text{ zak} \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus 2.42

$$\begin{aligned} \text{Vol.pasir} &= \text{vol.mortar} \times \text{kebutuhan pasir} \\ &= 3,686 \text{ m}^3 \times \frac{1,08 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \\ &= 3,98 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus 2.43

$$\begin{aligned} \text{Vol. air} &= \text{keb.batu bata} \times \text{keb. air} \\ &= 8602,76 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000 \text{ buah}} \\ &= 2193,75 \text{ liter} \end{aligned}$$

Di bawah ini adalah tabel rekapan volume bekisting batu bata untuk sloof/tie beam :

No	Tip e PC	Ju mla h	Volume batu bata (buah)	Penam bahan 2% (buah)	Volu me mortar (m ³)	Volu me semen (zak)	Volum e pasir (m ³)	Vol. air (liter)	Luas (m ²)
1	S1	1	2027,557	2069	0,869	12	0,938	517,2 5	26,0 71
2	S2	1	8602,762	8775	3,686	47	3,980	2193, 75	110, 62
JUMLAH			10630,31 9	10844	4,554	59,00 0	4,919	2711, 00	136, 689

Diperoleh :

Kebutuhan batu bata = 10844 buah

Kebutuhan mortar = 4,554 m³

Kebutuhan semen = 59 zak

Kebutuhan pasir = 4,919 m³

Kebutuhan air = 2711 liter

4.7.1.2 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Bekisting Bata Merah

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.6.1.2, berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 4 grup (1 tukang batu dan 2 buruh batu)
- Keperluan mandor = $\frac{4}{20} = 1$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.7.1.3 Kapasitas Produksi Pekerjaan Bekisting Bata Merah

- Mengambil dan menumpuk batu bata dari truk
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini diambil nilai tengah dari tabel 2.16 jenis pekerjaan mengambil dan menumpuk bata bata dari truk sebesar 450 buah/jam.
- Memilih batu bata merah
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini diambil nilai tengah dari tabel 2.16 jenis pekerjaan memilih batu bata yang baik sebesar 300 buah/jam.
- Mengangkut batu bata merah
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini diambil nilai tengah dari tabel 2.16 jenis pekerjaan mengangkut batu bata merah sebesar 950 buah/jam.
- Mencampur mortar
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini diambil nilai tengah dari tabel 2.16 jenis pekerjaan mencampur adukan mortar dengan mesin pengaduk sebesar $1,125 \text{ m}^3/\text{jam}$.
- Mengangkut mortar
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini diambil nilai tengah dari tabel 2.16 jenis pekerjaan mengangkut adukan mortar sejauh 12 – 15 m sebesar $0,75 \text{ m}^3/\text{jam}$.
- Memasang batu bata merah
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini diambil nilai tengah dari tabel 2.15 jenis perincian batu bata biasa voeg satu sisi dinding 1 batu sebesar 11,15 jam/1000 batu bata.

4.7.1.4 Durasi Pekerjaan Bekisting Bata Merah

a. Pile Cap

- Durasi mengambil dan menumpuk batu bata merah (t_1) perhitungan sesuai rumus 2.44.

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \frac{\text{Vol. batu bata}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\
 &= \frac{16600 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 10 \\
 &= 0,461 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi memilih batu bata (t_2) perhitungan sesuai rumus 2.45.

$$\begin{aligned}
 t_2 &= \frac{\text{Vol. batu bata}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\
 &= \frac{16600 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 10 \\
 &= 0,692 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi mengangkut batu bata (t_3) perhitungan sesuai rumus 2.46.

$$\begin{aligned}
 t_3 &= \frac{\text{Vol. batu bata}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\
 &= \frac{16600 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 10 \\
 &= 0,218 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi mencampur mortar (t_4) perhitungan sesuai rumus 2.47.

$$\begin{aligned}
 t_4 &= \frac{\text{Vol. mortar}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\
 &= \frac{7,112 \text{ m}^3}{1,125 \text{ m}^3/\text{jam}} : 10 \\
 &= 0,079 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi mengangkut mortar (t_5) perhitungan sesuai rumus 2.48.

$$\begin{aligned}
 t_5 &= \frac{\text{Vol. mortar}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\
 &= \frac{7,112 \text{ m}^3}{0,75 \text{ m}^3/\text{jam}} : 10 \\
 &= 0,119 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi memasang batu bata (t_6) perhitungan sesuai rumus 2.49.

$$\begin{aligned}
 t_6 &= \text{vol. batu bata} \times \text{kap. prod} : \text{jmlh 1 grup} \\
 &= 11660 \text{ buah} \times \frac{11,15 \text{ jam}}{1000 \text{ buah}} : 10 \\
 &= 2,314 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \\ &= 4 \text{ hari}\end{aligned}$$

b. Tie Beam atau Sloof

- Durasi mengambil dan menumpuk batu bata merah (t_1) perhitungan sesuai rumus 2.44.

$$\begin{aligned}t_1 &= \frac{\text{Vol. batu bata}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\ &= \frac{10630 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 10 \\ &= 0,295 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Durasi memilih batu bata (t_2) perhitungan sesuai rumus 2.45.

$$\begin{aligned}t_2 &= \frac{\text{Vol. batu bata}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\ &= \frac{10630 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 10 \\ &= 0,443 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Durasi mengangkut batu bata (t_3) perhitungan sesuai rumus 2.46.

$$\begin{aligned}t_3 &= \frac{\text{Vol. batu bata}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\ &= \frac{10630 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 10 \\ &= 0,140 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Durasi mencampur mortar (t_4) perhitungan sesuai rumus 2.47.

$$\begin{aligned}t_4 &= \frac{\text{Vol. mortar}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah 1 grup} \\ &= \frac{4,554 \text{ m}^3}{1,125 \text{ m}^3/\text{jam}} : 10 \\ &= 0,051\end{aligned}$$

- Durasi mengangkut mortar (t_5) perhitungan sesuai rumus 2.48.

$$\begin{aligned}t_5 &= \frac{\text{Vol. mortar}}{\text{kapasitas prod.}} : \text{jumlah grup} \\ &= \frac{4,554 \text{ m}^3}{0,75 \text{ m}^3/\text{jam}} : 10 \\ &= 0,076 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Durasi memasang batu bata (t_6) perhitungan sesuai rumus 2.49.

$$\begin{aligned}
 t_6 &= \text{vol. batu bata} \times \text{kap. prod} : \text{jmlh 1 grup} \\
 &= 10630 \text{ buah} \times \frac{11,15 \text{ jam}}{1000 \text{ buah}} : 10 \\
 &= 1,482 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \\
 &= 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.7.1.5 Perhitungan Biaya

a. Pile Cap

- Material

$$\begin{aligned}
 \text{Batu bata} &= \text{jumlah} \times \text{harga} \\
 &= 16600 \text{ biji} \times \text{Rp.725,00/biji} \\
 &= \text{Rp.12.035.343,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= \text{jumlah} \times \text{harga} \\
 &= 92 \text{ zak} \times \text{Rp.58.900,00/zak} \\
 &= \text{Rp.5.418.800,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir} &= \text{jumlah} \times \text{harga} \\
 &= 7,691 \text{ m}^3 \times \text{Rp.132.000/m}^3 \\
 &= \text{Rp.1.013.926,64}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air} &= \text{jumlah} \times \text{harga} \\
 &= 4233,5 \text{ liter} \times \text{Rp.28,00/liter} \\
 &= \text{Rp.118.538,00}
 \end{aligned}$$

- Upah

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 4 \text{ hari} \times \text{Rp.163.000,00} \\
 &= \text{Rp.249.920,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \text{ orang} \times 4 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp.50.856,00/hari} \\
 &= \text{Rp.203.424,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Buruh batu} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 10 \text{ orang} \times 4 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp.40.408,00/hari} \\
 &= \text{Rp.1.616.320,00}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan bekisting bata pile cap membutuhkan:

Durasi = 10 hari
Jumlah pekerja = 1 mandor, 1 tukang, 10 buruh
Total biaya = Rp.20.656.272,00

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

b. Tie Beam

- Material

Batu bata = jumlah x harga
= 8603 biji x Rp.725,00/biji
= Rp.6.237.002,00

Semen = jumlah x harga
= 47 zak x Rp.58.900,00/zak
= Rp.2.768.300,00

Pasir = jumlah x harga
= 3.98 m³ x Rp.132.000/m³
= Rp.525.404,88

Air = jumlah x harga
= 2193,75 liter x Rp.28,00/liter
= Rp.61.425,00

- Upah

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 4 hari x Rp.163.000,00
= Rp.92.570,41

Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 orang x 4 hari x
Rp.50.856,00/hari
= Rp.118.370,00

Buruh batu = jumlah x durasi x harga upah
= 10 orang x 4 hari x
Rp.229.342,61/hari

$$= \text{Rp.}10.091.417,00$$

Dengan demikian, pekerjaan bekisting bata tie beam membutuhkan:

Durasi	= 1 hari
Jumlah pekerja	= 1 mandor, 1 tukang, 10 buruh
Total biaya	= Rp.10.358.736,00

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.7.2 Pekerjaan Bekisting Kayu

Struktur yang menggunakan bekisting kayu yaitu struktur kolom, balok, dan plat. Pada perhitungan bekisting kayu juga dibahas keperluan material yang akan dipakai sebagai bekisting antara lain kebutuhan kayu dan paku.

4.6.2.1 Volume Pekerjaan Bekisting Kayu

a. Kolom

Perhitungan luas bekisting kolom harus dikurangi (reduksi) dengan luas balok apabila kolom tersebut ditumpu oleh balok. Sketsa gambar bekisting pada kolom tertera pada gambar 2.15 dan 2.16 dengan perhitungan luas sesuai dengan rumus 2.51. Berikut ini contoh perhitungannya:

- K1

Dimensi kolom:

$$b = 0,4 \text{ m}$$

$$h = 0,6 \text{ m}$$

$$t = 0,8 \text{ m}$$

Dimensi balok yang ditumpu:

$$\text{Reduksi 1 (B1a)} : b = 0,25 \text{ m}$$

$$h = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Reduksi 2 (B1b)} : b = 0,25 \text{ m}$$

$$h = 0,40 \text{ m}$$

Reduksi 3 (B2a) : b = 0,30 m
h = 0,60 m

Reduksi 4 (B2b) : b = 0,30 m
h = 0,60 m

Reduksi 5 (B3a) : b = 0,15 m
h = 0,25 m

Reduksi 6 (B3b) : b = 0,15 m
h = 0,25 m

Luas = 24,38 m³

Menghitung kebutuhan kayu memakai rumus 2.53.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\ &= \frac{73,14 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,59 \text{ m}^3 \\ &= 9 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan paku memakai rumus 2.54.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\ &= \frac{73,14 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,865 \text{ kg} \\ &= 57 \text{ kg}\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan oli memakai rumus 2.55.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\ &= \frac{73,14 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\ &= 42,056 \text{ liter}\end{aligned}$$

Pada kolom lantai pedestal, 1-5 diperoleh:

Luas total bekisting = 73,14 m²

Kebutuhan kayu = 9 m³

Kebutuhan paku = 57 kg

Kebutuhan oli = 42,056 liter

b. Balok

Sketsa gambar bekisting pada kolom tertera pada gambar 2.17 dengan perhitungan luas sesuai dengan rumus 2.52. Berikut ini contoh perhitungannya:

- Lantai 1-5 & Bawah Atap

Data:

Plat yang menumpu:

Plat, t = 0,12 m

Menghitung luas bekisting memakai rumus 2.68

Luas = 49,534 m²

Menghitung kebutuhan kayu memakai rumus 2.53.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\ &= \frac{49,534 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 1,15 \text{ m}^3 \\ &= \text{m}^3\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan paku memakai rumus 2.54.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\ &= \frac{49,534 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 5,455 \text{ kg} \\ &= 3 \text{ kg}\end{aligned}$$

Menghitung kebutuhan oli memakai rumus 2.55.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\ &= \frac{49,534 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\ &= 1,638 \text{ liter}\end{aligned}$$

Pada balok lantai 1-5 & Bawah Atap diperoleh:

Luas total bekisting = 49,534 m²

Kebutuhan kayu = 6 m³

Kebutuhan paku = 3 kg

Kebutuhan oli = 1,638 liter

c. Plat

Pada plat, daerah yang dibekisting hanya sisi bawahnya dikarenakan sisi kanan dan kiri plat menumpu pada balok, sehingga sisi samping plat tidak diberi bekisting. Perhitungan luas bekisting plat pada tugas akhir ini menggunakan bantuan area di Autocad. Total luas bekisting plat sebagai berikut:

- Plat lantai 1

Luas total bekisting = $565,450 \text{ m}^2$

Kebutuhan kayu memakai rumus 2.53.

$$\begin{aligned}\text{Vol} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\ &= \frac{565,450 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,525 \text{ m}^3 \\ &= 29,686 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan paku memakai rumus 2.54.

$$\begin{aligned}\text{Vol} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\ &= \frac{565,450 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,365 \text{ kg} \\ &= 190,274 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kebutuhan oli memakai rumus 2.55.

$$\begin{aligned}\text{Vol} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\ &= \frac{565,450 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\ &= 162,567 \text{ liter}\end{aligned}$$

- Plat lantai 2-5

Luas total bekisting = $2312,16 \text{ m}^2$

Kebutuhan kayu memakai rumus 2.53.

$$\begin{aligned}\text{Vol} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\ &= \frac{2312,16 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,525 \text{ m}^3 \\ &= 121,388 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan paku memakai rumus 2.54.

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku}$$

$$= \frac{2312,16 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,365 \text{ kg}$$

$$= 778,042 \text{ kg}$$

Kebutuhan oli memakai rumus 2.55.

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli}$$

$$= \frac{2312,16 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter}$$

$$= 664,746 \text{ liter}$$

- Plat lantai 3

$$\text{Luas total bekisting} = 188,750 \text{ m}^2$$

Kebutuhan kayu memakai rumus 2.53.

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu}$$

$$= \frac{188,750 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,525 \text{ m}^3$$

$$= 9,909 \text{ m}^3$$

Kebutuhan paku memakai rumus 2.54.

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku}$$

$$= \frac{118,750 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,365 \text{ kg}$$

$$= 63,514 \text{ kg}$$

Kebutuhan oli memakai rumus 2.55.

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli}$$

$$= \frac{188,750 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter}$$

$$= 54,266 \text{ liter}$$

4.6.2.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.6.2.2. Berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yg diperlukan pada pekerjaan ini:

1. Pekerjaan Bekisting Batu Merah

- Jumlah maksimal :

$$\bullet \text{ Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,283}{0,283} = 1$$

- $\text{Tukang Batu} = \frac{\text{koefisien tukang batu}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,275}{0,283} = 2$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{5,65}{0,283} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor, 1 tukang batu dan 10 pembantu tukang)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

2. Bekisting Kayu Sloof

- Jumlah maksimal :

- $\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,265}{0,265} = 1$
- $\text{Tukang Kayu} = \frac{\text{koefisien tukang kayu}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,275}{0,265} = 2$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{5,3}{0,265} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor, 1 tukang kayu dan 10 pembantu tukang)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

3. Bekisting Kayu Kolom

- Jumlah maksimal :

- $\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,265}{0,265} = 1$
- $\text{Tukang Kayu} = \frac{\text{koefisien tukang kayu}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,275}{0,265} = 2$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{5,3}{0,265} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor,

- 1 tukang kayu dan 6
pembantu tukang)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4. Bekisting Kayu Balok

- Jumlah maksimal :

- $\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,033}{0,033} = 1$
- $\text{Tukang Kayu} = \frac{\text{koefisien tukang kayu}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,033}{0,033} = 1$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,66}{0,033} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor,
1 tukang kayu dan 5
pembantu tukang)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

5. Bekisting Kayu Plat

- Jumlah maksimal :

- $\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,265}{0,265} = 1$
- $\text{Tukang Kayu} = \frac{\text{koefisien tukang kayu}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,275}{0,265} = 2$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{5,3}{0,265} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor,
1 tukang kayu dan 20
pembantu tukang)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.6.2.3 Durasi Pekerjaan Bekisting Kayu

Durasi pekerjaan bekisting kayu dibedakan menjadi 3 macam, yaitu durasi penyetelan, durasi pemasangan, dan durasi membuka & membersihkan. Perhitungan durasi sebagai berikut:

a. Kolom

- Kolom lantai pedestal, 1-5

Durasi menyetel memakai rumus 2.56.

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{menyetel} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{146,28}{10 \text{ m}^2} \times 6 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi memasang memakai rumus 2.57.

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{memasang} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{146,28 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi membongkar memakai rumus 2.58.

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{membongkar} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{146,28 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

b. Balok

- Balok lantai 1-5, Bawah Atap

Durasi menyetel memakai rumus 2.56

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{menyetel} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{49,534 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 8 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi memasang memakai rumus 2.57

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{memasang} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{49,534 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,5 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi membongkar memakai rumus 2.58

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{membongkar} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{49,534 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,5 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

c. Plat

- Plat lantai 1-5, Bawah Atap

Durasi menyetel memakai rumus 2.56

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{menyetel} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3066,360 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 5,5 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 4 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi memasang memakai rumus 2.57

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{memasang} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3066,360 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 4 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi membongkar memakai rumus 2.58

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi} \right. \\ &\quad \left. \text{membongkar} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3066,360 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\ &= 4 \text{ hari}\end{aligned}$$

4.6.2.4 Perhitungan Biaya

a. Kolom

- Lantai Semi Pedestal, 1-5

▪ Material

$$\begin{aligned}\text{Kayu meranti} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 9 \text{ m}^3 \times \\ &\quad \text{Rp.6.854.000,00/m}^3 \\ &= \text{Rp.59.153.584,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Paku usuk} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 57 \text{ kg} \times \text{Rp.16.500/kg} \\ &= \text{Rp.932,864,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Oli} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 42,056 \text{ liter} \times \text{Rp.6.600/liter} \\ &= \text{Rp.277.566,30}\end{aligned}$$

▪ Upah

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \times 10 \text{ hari} \times \text{Rp.163.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.1.630.000,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \text{ orang} \times 10 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp.126.000,00/jam} \times 8 \text{ jam/hari} \\ &= \text{Rp.1.260.000,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Buruh kayu} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \text{ orang} \times 10 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp.115.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.6.900.000,00}\end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan bekisting kayu kolom lantai pedestal, 1-5 membutuhkan:

Durasi menyetel = 10 hari

Durasi memasang = 10 hari

Durasi membuka = 10 hari

Jumlah pekerja = 1 mandor, 1 tukang, 10
buruh

Total biaya = Rp.70.154.015,00

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

b. Balok

- Lantai 1-5 & Bawah Atap

▪ Material

$$\begin{aligned}\text{Kayu meranti} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 6 \text{ m}^3 \times \\ &\quad \text{Rp.6.854.000,00/m}^3 \\ &= \text{Rp.39.043.178,38}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Paku usuk} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 3 \text{ kg} \times \text{Rp.16.500/kg} \\ &= \text{Rp.51.271,94}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Oli} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 1,638 \text{ liter} \times \text{Rp.6.600/liter} \\ &= \text{Rp.10.808,93}\end{aligned}$$

▪ Upah

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \times 6 \text{ hari} \times \text{Rp. 163.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.978.000,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \text{ orang} \times 6 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. 126.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.756.000,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Buruh kayu} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 5 \text{ orang} \times 6 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. 115.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.3.450.000,00}\end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan bekisting kayu balok lantai 1-5 & Bawah Atap membutuhkan:

$$\text{Durasi pabriksi} = 6 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi pasang} = 6 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi bongkar} = 6 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pekerja} &= 1 \text{ mandor, 1 tukang, 5} \\ &\quad \text{buruh}\end{aligned}$$

$$\text{Total biaya} = \text{Rp.44.289.259,00}$$

Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

c. Plat

- Lantai 1-5 & Bawah Atap

▪ Material

$$\begin{aligned}\text{Kayu meranti} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 19 \text{ m}^3 \times \\ &\quad \text{Rp.6.854.000,00/m}^3 \\ &= \text{Rp.132.406.038,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Paku usuk} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 1032 \text{ kg} \times \text{Rp.16.500/kg} \\ &= \text{Rp.17.025,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Oli} &= \text{volume} \times \text{harga} \\ &= 882 \text{ liter} \times \text{Rp.6.600/liter} \\ &= \text{Rp.5.818.418,00}\end{aligned}$$

▪ Upah

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \times 27 \text{ hari} \times \text{Rp. 163.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.4.401.000,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \text{ orang} \times 27 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. 126.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.3.402.000,00}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Buruh kayu} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 20 \text{ orang} \times 27 \text{ hari} \times \\ &\quad \text{Rp. 115.000,00/hari} \\ &= \text{Rp.62.100.000,00}\end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan bekisting kayu plat lantai 1-5 & Bawah Atap membutuhkan:

$$\text{Durasi pabrikasi} = 10 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi pasang} = 10 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi bongkar} = 7 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pekerja} &= 1 \text{ mandor, 1 tukang, 20} \\ &\quad \text{buruh}\end{aligned}$$

Total biaya = Rp.225.152.653,00
Data ini digunakan sebagai input pada Ms.Project.

4.8 Pekerjaan Pembesian

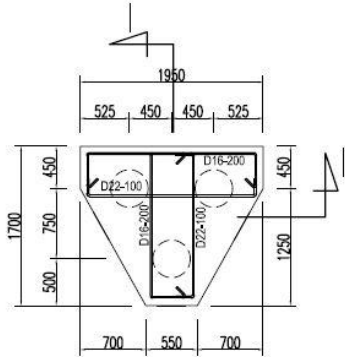
4.8.1 Pekerjaan Pembesian Pile Cap

Pekerjaan pembesian pile cap dibedakan menjadi 2 macam yaitu pembesian arah x dan pembesian arah y dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

4.8.4.1 Volume Pembesian Pile Cap

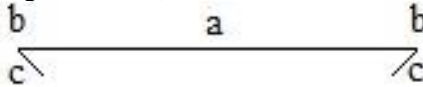
Perhitungan volume pembesian PC 1 :

Panjang	= 1,25 m
Lebar	= 1,88 m
Tinggi	= 1,00 m
D tulangan	:
Tulangan atas	= 16 mm = 0,016 m
Tulangan samping	= 16 mm = 0,016 m
Tulangan bawah	= 22 mm = 0,022 m
Cover	= 70 mm = 0,070 m
n tulangan arah x	= 8 buah
n tulangan arah y	= 8 buah
n tulangan samping	= 3 buah



Gambar. 4.8 Penulangan PC 1

- Tulangan arah x (atas)



Perhitungan sesuai dengan rumus 2.67

$$\begin{aligned} a &= \text{lebar PC} - (2 \times \text{cover}) \\ &= 1,88 \text{ m} - (2 \times 0,70) \\ &= 1,74 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan dengan rumus 2.59

$$\begin{aligned} b &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\ &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi(4 \times 0,016) \\ &= 0,151 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai table 2.67

$$\begin{aligned} c &= 6 \times d \\ &= 6 \times 0,016 \text{ m} \\ &= 0,096 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan panjang tulangan dihitung sesuai rumus 2.61

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan} &= a + 2b + 2c \\ &= 1,74 \text{ m} + (2 \times 0,151 \text{ m}) + \\ &\quad (2 \times 0,096 \text{ m}) \\ &= 2,23 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan atas satu pile cap

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= \text{Panjang tulangan} \times \text{Jumlah tulangan} \\
 &= 2,23 \text{ m} \times 8 \text{ buah} \\
 &= 17,86 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tulangan arah x (bawah)



Perhitungan sesuai dengan rumus 2.67

$$\begin{aligned}
 a &= \text{lebar PC} - (2 \times \text{cover}) \\
 &= 1,88 \text{ m} - (2 \times 0,70) \\
 &= 1,74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dengan rumus 2.59

$$\begin{aligned}
 b_1 &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\
 &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,022) \\
 &= 0,207 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b_2 &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\
 &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,022) \\
 &= 0,138 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai tabel 2.25

$$\begin{aligned}
 c &= 6 \times d \\
 &= 6 \times 0,022 \text{ m} \\
 &= 0,132 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai dengan rumus

$$\begin{aligned}
 h &= \text{tebal PC} - (2 \times \text{cover}) \\
 &= 1 \text{ m} - (2 \times 0,070 \text{ m}) \\
 &= 0,86 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang tulangan} &= a + 2b_1 + 2b_2 + 2c + 2h \\
 &= 1,74 \text{ m} + (2 \times 0,207 \text{ m}) + \\
 &\quad (2 \times 0,138 \text{ m}) + (2 \times 0,86 \text{ m}) \\
 &= 4,41 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan atas satu pile cap

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= \text{Panjang tulangan} \times \text{Jumlah tulangan} \\
 &= 4,41 \text{ m} \times 8 \text{ buah} \\
 &= 35,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tulangan arah y

Perhitungan tulangan arah y bagian atas dan tulangan arah y bagian bawah sama dengan perhitungan tulangan arah x bagian atas dan tulangan arah x bagian bawah. Karena ukuran dan diameter tulangan arah y sama dengan ukuran dan diameter tulangan arah x maka panjang total tulangan sama yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan arah y (atas)} &= 17,86 \text{ m} \\
 \text{Tulangan arah y (bawah)} &= 35,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tulangan Samping

Perhitungan sesuai dengan rumus 2.67

$$\begin{aligned}
 a &= \text{panjang PC} - (2 \times \text{cover}) \\
 &= 1,25 \text{ m} - (2 \times 0,70) \\
 &= 1,11 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dengan rumus 2.67

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\
 &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,016) \\
 &= 0,10 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai tabel 2.25

$$d = 0,92 \text{ m}$$

Perhitungan sesuai dengan rumus

$$e = \frac{(a - b)}{2}$$

$$= \frac{(1,11 \text{ m} - 0,92 \text{ m})}{2}$$

$$= 0,095 \text{ m}$$

Perhitungan panjang tulangan dihitung sesuai rumus

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan} &= 2 \times (a + 2b + 2d + 2e) \\ &= 2 \times (1,11 \text{ m} + (2 \times 0,10 \text{ m}) + \\ &\quad (2 \times 0,92 \text{ m}) + (2 \times 0,095 \text{ m})) \\ &= 6,68 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan atas satu pile cap

$$\begin{aligned} \text{Panjang total} &= \text{Panjang tulangan} \times \text{Jumlah} \\ &\quad \text{tulangan} \\ &= 6,68 \text{ m} \times 3 \text{ buah} \\ &= 20,05 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan volume besi dalam kg dapat dihitung sesuai dengan rumus

$$\begin{aligned} \text{Berat tulangan atas} &= \text{panjang total.} \times \text{berat besi} \\ &= 17,87 \text{ m} \times 1,578 \text{ kg/m} \\ &= 56,39 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan atas} &= \text{panjang total} \times 2 \\ &= 17,87 \text{ m} \times 2 \\ &= 35,74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tulangan samping} &= \text{panjang tul.} \times \text{berat besi} \\ &= 20,05 \text{ m} \times 1,578 \text{ kg/m} \\ &= 31,63 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan bawah} &= \text{Panjang total} \times 2 \\ &= 35,32 \text{ m} \times 2 \\ &= 70,64 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tulangan bawah} &= \text{panjang tul.} \times \text{berat besi} \\ &= 35,32 \text{ m} \times 2,984 \text{ kg/m} \\ &= 210,78 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total 1 balok} &= 56,39 \text{ kg} + 31,63 \text{ kg} + \\ &\quad 210,78 \text{ kg} \\ &= 298,80 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan seperti cara diatas digunakan pula untuk menghitung PC2. Dari perhitungan tersebut didapat volume total tulangan PC yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} \text{PC 1} &= 4780,84 \text{ kg} \\ \text{PC 2} &= 5607,92 \text{ kg} \\ \text{Total PC 1 + PC 2} &= 10388,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran

4.8.4.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan jumlah grup yang diperlukan untuk pekerjaan pembesian pile cap adalah sebagai berikut :

- Jumlah maksimal :

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mandor} &= \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,0004}{0,0004} = 1 \\ \bullet \text{ Tukang} &= \frac{\text{koefisien tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18 \\ \bullet \text{ Pembantu Tukang} &= \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18 \end{aligned}$$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor, 9 tukang besi)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.8.4.3 Durasi Pekerjaan Pembesian Pile Cap

Untuk pekerjaan pembesian pile cap terdapat 2 macam durasi, yaitu durasi pabrikasi yang terdiri dari pekerjaan memotong, pembengkokan, dan mengaitkan. Durasi kedua adalah durasi pembesian. Contoh perhitungan sebagai berikut :

- PC 1

- Tulangan Atas

$$\text{Diameter tulangan} = 0,016 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah tulangan} &= 8 \text{ buah} \\ \text{Jumlah kaitan} &= 2 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi pemotongn} &= \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,02 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata-rata pada tabel 2.25 .

Kapasitas produksi bengkokan tidak dihitung,karena tidak ada bengkokan pada tulangan atas.

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi kaitan} &= \frac{2,3 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,023 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil nilai rata-rata dari tabel 2.25 . Kapasitas produksi pemasangan dapat dihitung menggunakan rumus

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi pemasangan} &= \frac{7,1 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,071 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Perhitungan durasi dihitung sesuai dengan rumus

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemotongan} &= (8\text{buah} \times 0,02\text{jam/buah}) \times \\ &\quad 16 \text{ PC} \\ &= 2,56 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi kaitan} &= ((2 \times 8 \text{ buah}) \times 0,023 \\ &\quad \text{jam/buah} \times 16 \text{ PC} \\ &= 5,89 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemasangan} &= 8 \text{ buah} \times 0,071 \text{ jam/buah} \times \\ &\quad 16 \text{ PC} \\ &= 9,088 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pabrikasi tulangan atas arah x PC 1} &= 2,56 \text{ jam} + 5,89 \text{ jam} \\ &= 8,45 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pabrikasi tul. arah x} &= \text{D. Pabrikasi tul. arah y} \\ \text{Durasi pabrikasi tulangan atas PC 1} &= 8,45 \text{ jam} \times 2 \\ &= 16,90 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi pembesian tulangan atas arah x PC 1
= 9,088 jam

Durasi pembesian tul. arah x = tul. arah y

Durasi pembesian tulangan atas = 9,088 jam x 2
= 18,18 jam

- Tulangan Bawah

Diameter tulangan = 0,022 m

Jumlah tulangan = 8 buah

Jumlah kaitan = 2 buah

Kapasitas produksi pemotongan sesuai dengan rumus

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi pemotongn} &= \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,02 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata-rata pada tabel 2.25 . Kapasitas produksi pembengkokan dan kaitan dapat dihitung menggunakan rumus .

Kapasitas produksi bengkokan tidak dihitung,karena tidak ada bengkokan pada tulangan atas.

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi kaitan} &= \frac{1,5 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,023 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi kaitan} &= \frac{2,3 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,023 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil nilai rata-rata dari tabel 2.25

. Kapasitas produksi pemasangan dapat dihitung menggunakan rumus

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi pemasangan} &= \frac{7,1 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,071 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Perhitungan durasi dihitung sesuai dengan rumus

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemotongan} &= (8\text{buah} \times 0,02\text{jam/buah}) \times \\ &\quad 16 \text{ PC} \\ &= 2,56 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi bengkokan} &= ((2 \times 8 \text{ buah}) \times 0,015 \\ &\quad \text{jam/buah} \times 16 \text{ PC}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,84 \text{ jam} \\
 \text{Durasi kaitan} &= ((2 \times 8 \text{ buah}) \times 0,023 \\
 &\quad \text{jam/buah} \times 16 \text{ PC} \\
 &= 5,89 \text{ jam} \\
 \text{Durasi pemasangan} &= 8 \text{ buah} \times 0,071 \text{ jam/buah} \times \\
 &\quad 16 \text{ PC} \\
 &= 9,088 \text{ jam} \\
 \text{Durasi pabrikasi tulangan atas arah x PC 1} \\
 &= 2,56 \text{ jam} + 3,84 \text{ jam} + 5,89 \text{ jam} \\
 &= 12,29 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pabrikasi tul. arah x} &= \text{D. Pabrikasi tul. arah y} \\
 \text{Durasi pabrikasi tulangan atas PC 1} &= 12,29 \text{ jam} \times 2 \\
 &= 24,58 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pembesian tulangan atas arah x PC 1} \\
 &= 9,088 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Tulangan Samping

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tulangan} &= 0,016 \text{ m} \\
 \text{Jumlah tulangan} &= 3 \text{ buah} \\
 \text{Jumlah bengkokan} &= 6 \text{ buah} \\
 \text{Jumlah kaitan} &= 2 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi pemotong} &= \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\
 &= 0,02 \text{ jam/buah}
 \end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata-rata pada tabel 2.25 . Kapasitas produksi pembengkokan dan kaitan dapat dihitung menggunakan rumus .
Kapasitas produksi bengkokan tidak dihitung,karena tidak ada bengkokan pada tulangan atas.

$$\text{Kapasitas produksi kaitan} = \frac{1,5 \text{ jam}}{100 \text{ buah}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,023 \text{ jam/buah} \\
 \text{Kapasitas produksi kaitan} &= \frac{2,3 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\
 &= 0,023 \text{ jam/buah}
 \end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil nilai rata-rata dari tabel 2.25

. Kapasitas produksi pemasangan dapat dihitung menggunakan rumus

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi pemasangan} &= \frac{7,1 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\
 &= 0,071 \text{ jam/buah}
 \end{aligned}$$

Perhitungan durasi dihitung sesuai dengan rumus

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pemotongan} &= (3 \text{ buah} \times 0,02 \text{ jam/buah}) \times \\
 &16 \text{ PC} \\
 &= 0,96 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi bengkokan} &= 3 \text{ buah} \times 6 \text{ buah} \times 0,015 \\
 &\text{jam/buah} \times 16 \text{ PC} \\
 &= 4,32 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pemasangan} &= 3 \text{ buah} \times 0,071 \text{ jam/buah} \times \\
 &16 \text{ PC} \\
 &= 3,41 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pabrikasi tulangan samping PC 1} \\
 &= 0,96 \text{ jam} + 4,32 \text{ jam} \\
 &= 5,28 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pabrikasi tul. samping PC 1} &= 5,28 \text{ jam} \times 2 \\
 &= 10,56 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pembesian tulangan samping PC 1} \\
 &= 3,41 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pembesian tulangan samping PC 1} \\
 &= 3,41 \text{ jam} \times 2 \\
 &= 6,82 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi satu grup pabrikasi penulangan pile cap} \\
 \text{PC 1}
 \end{aligned}$$

$$= 52,032 \text{ jam}$$

$$= 6,5 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi 3 grup} &= \frac{6,5 \text{ hari}}{3 \text{ grup}} \\ &= 2,17 \text{ hari} \end{aligned}$$

Total durasi satu grup penulangan pile cap PC 1

$$= 34,08 \text{ jam}$$

$$= 4,26 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi 3 grup} &= \frac{6,5 \text{ hari}}{3 \text{ grup}} \\ &= 1,42 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan seperti cara di atas, digunakan untuk menghitung durasi pabrikan dan penulangan pile cap PC 2. Maka di dapatkan durasi total yang dibutuhkan yaitu :

Total durasi pabrikan pile cap semua tipe

$$= 79 \text{ hari}$$

Total durasi penulangan pile cap semua tipe

$$= 43 \text{ hari}$$

4.8.4.4 Perhitungan Biaya

Pabrikan

- Material

$$\begin{aligned} \text{Besi ulir} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\ &= 3754,17 \text{ kg} \times \text{Rp. } 13,000,00 \\ &= \text{Rp. } 48.804,156,00 \end{aligned}$$

- Upah

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 1 \times 4 \text{ hari} \times \text{Rp. } 163,000,00 \\ &= \text{Rp. } 652.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang Besi} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upaya} \\ &= 9 \text{ orang} \times 4 \text{ hari} \times \text{Rp. } 126,000,00 \\ &= \text{Rp. } 4.536.000,00 \end{aligned}$$

- Alat

$$\text{Barbender \& cut} = \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa}$$

$$= 1 \times 4 \text{ hari} \times \text{Rp. } 283,333,00$$

$$= \text{Rp. } 1.133.333,00$$

Penulangan

- Upah

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 $= 1 \times 3 \text{ hari} \times \text{Rp. } 163,000,00$
 $= \text{Rp. } 489.000,00$

Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upaya
 $= 9 \text{ orang} \times 3 \text{ hari} \times \text{Rp. } 126,000,00$
 $= \text{Rp. } 3.402.000,00$

Dengan demikian, pekerjaan pembesian pile cap membutuhkan :

Durasi pabrikasi = 4 hari

Durasi pasang = 3 hari

Alat = 1 barbender & cutter

Jumlah pekerja = 1 orang, 9 tukang

Total biaya = Rp. 10.384.017,69

Data ini digunakan sebagai input pada Ms. Project

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8

4.8.2 Pembesian Balok

Pekerjaan pembesian balok terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu, pembesian tulangan utama dan pembesian sengkang, contoh perhitungannya sebagai berikut :

4.8.2.1 Volume Pembesian Balok

Perhitungan pembesian balok tie beam S1

Panjang balok = 3,25 m

Lebar balok = 30 mm = 0,30 m

Tinggi balok = 40 mm = 0,40 m

D tulangan :

Tulangan atas = 22 mm = 0,022 m

Tulangan samping = 10 mm = 0,010 m

Tulangan bawah = 22 mm = 0,022 m

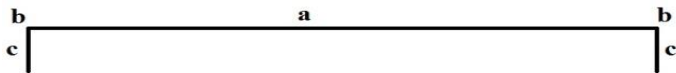
Cover = 40 mm = 0,040 m

n tulangan atas = 3
n tulangan samping = 2
n tulangan bawah = 3

S1	
TUMPUAN	LAPANGAN
300 x 400	300 x 400
3 D 22	5 D 22
3 D 22	5 D 22
2 D 16	2 D 16
D16-150	D16-150

Gambar 4. 2 Penulangan Balok Tie Beam S1

- Tulangan utama
Perhitungan tulangan utama dibagi menjadi 3 bagian
yaitu tulangan utama atas, bawah,dan samping.
Perhitungan dapat dihitung sebagai berikut :



Perhitungan dengan rumus 2.67

$$\begin{aligned} a &= \text{panjang balok} + (2 \times I_{dh}) \\ &= 3.25 \text{ m} + (2 \times 0.610) \\ &= 4,49 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai dengan rumus 2.59

$$\begin{aligned} b &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\ &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,022) \\ &= 0.1386 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai tabel ...

$$\begin{aligned} c &= 12 \times d \\ &= 12 \times 0,022 \text{ m} \end{aligned}$$

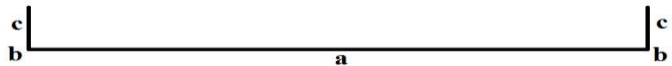
$$= 0,264 \text{ m}$$

Perhitungan panjang penulangan atas dihitung dengan rumus

$$\begin{aligned}\text{Panjang tul} &= a + 2b + 2c \\ &= 4,49 \text{ m} + (2 \times 0.1386 \text{ m}) + \\ &\quad (2 \times 0,264 \text{ m}) \\ &= 5,294 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang total} &= n \text{ tulangan} \times \text{panjang tulangan} \\ &= 8 \text{ buah} \times 5,294 \text{ m} \\ &= 42,355 \text{ m}\end{aligned}$$

- Tulangan utama bawah



Perhitungan sesuai rumus 2.67

$$\begin{aligned}a &= \text{panjang balok} + (2 \times I_{dh}) \\ &= 3.25 \text{ m} + (2 \times 0.610) \\ &= 4,49 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan sesuai dengan rumus 2.59

$$\begin{aligned}b &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\ &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi(4 \times 0,022) \\ &= 0.1386 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan sesuai tabel ...

$$\begin{aligned}c &= 12 \times d \\ &= 12 \times 0,022 \text{ m} \\ &= 0,264 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan panjang penulangan bawah dihitung dengan rumus 2.61

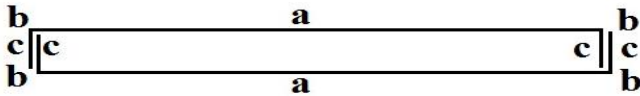
$$\begin{aligned}\text{Panjang tul} &= a + 2b + 2c \\ &= 4,49 \text{ m} + (2 \times 0.1386 \text{ m}) + \\ &\quad (2 \times 0,264 \text{ m}) \\ &= 5,294 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Panjang total} = n \text{ tulangan} \times \text{panjang tulangan}$$

$$= 8 \text{ buah} \times 5,294 \text{ m}$$

$$= 42,355 \text{ m}$$

- Tulangan utama samping



Perhitungan dengan rumus 2.67

$$a = \text{panjang balok} + (2 \times I_{dh})$$

$$= 3.25 \text{ m} + (2 \times 0.440)$$

$$= 4,13 \text{ m}$$

Perhitungan sesuai dengan rumus 2.59

$$b = \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r$$

$$= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,016)$$

$$= 0,10 \text{ m}$$

Perhitungan sesuai

$$c = 12 \times d$$

$$= 12 \times 0,016 \text{ m}$$

$$= 0,19 \text{ m}$$

Perhitungan panjang penulangan samping dihitung dengan rumus ...

$$\text{Panjang tul} = a + 2b + 2c$$

$$= 4,13 \text{ m} + (2 \times 0,10 \text{ m}) +$$

$$(2 \times 0,19 \text{ m})$$

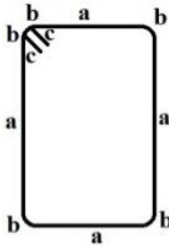
$$= 4,71 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = n \text{ tulangan} \times \text{panjang tulangan}$$

$$= 2 \text{ buah} \times 4,71 \text{ m}$$

$$= 9,43 \text{ m}$$

- Tulangan sengkang



Perhitungan dengan rumus 2.67

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \text{lebar balok} - (2 \times \text{cover}) \\
 &= 0,30 - (2 \times 0,04) \\
 &= 0,220 \text{ m} \\
 a_2 &= \text{tinggi balok} - (2 \times 0,04) \\
 &= 0,40 - (2 \times 0,04) \\
 &= 0,320 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai dengan rumus 2.59

$$\begin{aligned}
 b_1 &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\
 &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi(4 \times 0,010) \\
 &= 0,094 \text{ m} \\
 b_2 &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\
 &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi(4 \times 0,010) \\
 &= 0,063 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan sesuai tabel 2.22

$$c = 0,075 \text{ m}$$

Perhitungan panjang penulangan samping dihitung dengan rumus ...

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang tul} &= 2a_1 + 2a_2 + 2b_1 + 3b_2 + 2c \\
 &= (2 \times 0,220 \text{ m}) + (2 \times 0,320 \text{ m}) + \\
 &\quad (3 \times 0,094 \text{ m}) + (2 \times 0,075 \text{ m}) \\
 &= 1,607 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah sengkang pada satu balok dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah sengkang} &= \frac{\text{panjang balok}}{\text{jarak sengkang}} \\
 &= \frac{3.25 \text{ m}}{0.15} \\
 &= 22 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= n \text{ sengkang} \times \text{panjang tulangan} \\
 &= 22 \text{ buah} \times 1,607 \text{ m} \\
 &= 35,35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume besi dalam kg dapat dihitung sesuai dengan rumus 2.80

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang tulangan utama} &= 42,195 \text{ m} \times 2 \\
 &= 84,289 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tulangan utama} &= \text{panjang tulangan} \times \text{berat besi per kg} \\
 &= 84,289 \text{ m} \times 2.984 \text{ kg/m} \\
 &= 251,817 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Panjang sengkang} = 35,350 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sengkang} &= 35,350 \text{ m} \times 0,627 \text{ m} \\
 &= 22,164 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan seperti cara di atas dihitung pula untuk tulangan balok tipe yang lain. Dari perhitungan itu didapatkan volume total tulangan balok yang dibutuhkan adalah :

Volume pembesian pedestal	: 32086,97 kg
Volume pembesian 1	: 92810,72 kg
Volume pembesian 2	: 152313,70 kg
Volume pembesian 3	: 152313,70 kg
Volume pembesian 4	: 152313,70 kg
Volume pembesian 5	: 152313,70 kg
Volume pembesian bawah atap 1	: 93297,50 kg
Volume pembesian bawah atap 2	: 80784,20 kg
Volume pembesian bawah atap 3	: 13548,50 kg

Detail dapat di lihat pada lampiran.

4.8.2.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan jumlah grup yang di perlukan pada pekerjaan pembesian balok adalah :

- Jumlah maksimal :

- $\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,0004}{0,0004} = 1$
- $\text{Tukang} = \frac{\text{koefisien tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18$

- Jumlah grup kerja = 3 grup (1 mandor, 9 tukang besi)

- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.8.2.3 Durasi Pekerjaan Pembesian Balok

Durasi pekerjaan pembesian balok terdiri dari 2 (dua) macam durasi yang terdiri dari durasi pabriksi dan durasi pembesian atau pemasangan tulangan. Berikut ini adalah contoh perhitungannya :

Perhitungan durasi pembesian balok S1 :

- Tulangan atas

Diameter tulangan = 22 mm = 0,022 mm

n tulangan tumpuan = 3 buah

n tulangan lapangan = 5 buah

Jumlah bengkokan = 2 buah

Perhitungan kapasitas produksi pemotongan sesuai dengan rumus ... :

$$\text{Kap. produksi pemotongan} = \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} = 0,02 \text{ jam/buah}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata – rata tabel 2.25 . Kapasitas produksi pembengkokan dan kapasitas produksi kaitan dapat dihitung dengan menggunakan rumus

Kapasitas produksi kaitan tidak dihitung karena tidak ada kaitan pada tulangan atas.

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi bengkokan} &= \frac{1,5 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,015 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi pemasangan} &= \frac{7,25 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,0725 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemotongan} &= \text{jumlah tulangan} \times \\ &\quad \text{kapasitas produksi} \\ &= 8 \text{ buah} \times 0,02 \text{ jam/buah} \\ &= 0,16 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi bengkokan} &= 8 \text{ buah} \times 0,015 \text{ jam/buah} \\ &= 0,24 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemasangan} &= 8 \text{ buah} \times 0,0725 \text{ buah/jam} \\ &= 0,58 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pabriksi tulangan atas balok S1} \\ &= 0,16 \text{ jam} + 0,24 \text{ jam} \\ &= 0,40 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemasangan tulangan atas balok S1} \\ &= 0,58 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Tulangan Bawah

$$\text{Diameter tulangan} = 22 \text{ mm} = 0,022 \text{ mm}$$

$$\text{n tulangan tumpuan} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{n tulangan lapangan} = 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokan} = 2 \text{ buah}$$

Perhitungan kapasitas produksi pemotongan sesuai dengan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi pemotongan} &= \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,02 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata – rata tabel 2.25 .

Kapasitas produksi kaitan tidak dihitung karena tidak ada kaitan pada tulangan atas.

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi bengkokan} &= \frac{1,5 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,015 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi pemasangan} &= \frac{7,25 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,0725 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Perhitungan durasi sesuai dengan rumus

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemotongan} &= \text{jumlah tulangan} \times \\ &\quad \text{kapasitas produksi} \\ &= 8 \text{ buah} \times 0,02 \text{ jam/buah} \\ &= 0,16 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi bengkokan} &= 8 \text{ buah} \times 0,015 \text{ jam/buah} \\ &= 0,24 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemasangan} &= 8 \text{ buah} \times 0,0725 \text{ buah/jam} \\ &= 0,58 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi pabriksi tulangan atas balok S1

$$= 0,16 \text{ jam} + 0,24 \text{ jam}$$

$$= 0,40 \text{ jam}$$

Durasi pemasangan tulangan atas balok S1

$$= 0,58 \text{ jam}$$

- Tulangan Samping

$$\text{Diameter tulangan} = 16 \text{ mm} = 0,016 \text{ mm}$$

$$n \text{ tulangan} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokan} = 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi pemotongan} &= \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,02 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata – rata tabel 2.25 .

$$\text{Kap. produksi bengkokan} = \frac{1,5 \text{ jam}}{100 \text{ buah}}$$

$$=0,015 \text{ jam/buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Kap. produksi pemasangan} &= \frac{7,25 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &=0,0725 \text{ jam/buah} \end{aligned}$$

Perhitungan durasi sesuai dengan rumus ...

$$\begin{aligned} \text{Durasi pemotongan} &= \text{jumlah tulangan} \times \\ &\quad \text{kapasitas produksi} \\ &= 2 \text{ buah} \times 0,02 \text{ jam/buah} \\ &= 0,04 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi bengkokan} &= 2 \text{ buah} \times 0,015 \text{ jam/buah} \\ &= 0,06 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi pemasangan} &= 3 \text{ buah} \times 0,0725 \text{ buah/jam} \\ &= 0,145 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi pabrikasi tulangan atas balok S1

$$= 0,04 \text{ jam} + 0,06 \text{ jam}$$

$$= 0,10 \text{ jam}$$

Durasi pemasangan tulangan atas balok S1

$$= 0,145 \text{ jam}$$

- Senggang

$$\text{Diameter tulangan} = 10 \text{ mm} = 0,010 \text{ mm}$$

$$\text{n tulangan} = 20 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokan} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah kait} = 2 \text{ buah}$$

Perhitungan kapasitas produksi pemotongan sesuai dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Kap. produksi pemotongan} &= \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &=0,02 \text{ jam/buah} \end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata – rata tabel 2.25 . Kapasitas produksi pembengkokan dan kapasitas produksi kaitan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Kap. produksi bengkokan} &= \frac{1,15 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &=0,0115 \text{ jam/buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi kait} &= \frac{1,85 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,0185 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi pemasangan} &= \frac{5,90 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,059 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Perhitungan durasi sesuai dengan rumus ...

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemotongan} &= \text{jumlah tulangan} \times \\ &\quad \text{kapasitas produksi} \\ &= 20 \text{ buah} \times 0,02 \text{ jam/buah} \\ &= 0,40 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi bengkokan} &= 20 \text{ buah} \times \\ &\quad 0,0115 \text{ jam/buah} \\ &= 0,46 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi kait} &= 20 \text{ buah} \times \\ &\quad 0,0185 \text{ jam/buah} \\ &= 0,74 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemasangan} &= 20 \text{ buah} \times \\ &\quad 0,0725 \text{ buah/jam} \\ &= 1,18 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pabrikasi tulangan atas balok S1} \\ &= 0,40 \text{ jam} + 0,46 \text{ jam} + 0,74 \text{ jam} \\ &= 1,60 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemasangan tulangan atas balok S1} \\ &= 1,18 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi pabrikasi satu balok tipe S1} \\ &= 0,40 \text{ jam} + 0,40 \text{ jam} + 0,10 \text{ jam} + 1,60 \text{ jam} \\ &= 2,50 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi pemasangan tulangan satu balok tipe} \\ \text{S1} \\ &= 0,58 \text{ jam} + 0,58 \text{ jam} + 0,145 \text{ jam} + 1,18 \text{ jam} \\ &= 2,485 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\text{Durasi total} = \frac{4,985 \text{ jam}}{3 \text{ grup}} = 1,66 \text{ jam}$$

Perhitungan seperti cara di atas digunakan pula untuk menghitung duras pabrikasi dan pemasangan tulangan balok tipe yang lain. Dari perhitungan tersebut didapatkan durasi total yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

Pedestal	= 6 hari
Lantai 1	= 10 hari
Lantai 2 – 5	= 11 hari
Lantai bawa atap 1	= 4 hari
Lantai bawah atap 2	= 4 hari
Lantai bawah atap 3	= 2 hari

4.8.2.4 Perhitungan Biaya

- a. lantai pedestal
 - Pabrikasi
 - Material
 - Besi ulir = volume x harga bahan
= 32086,97 kg x Rp. 13,000,00
= Rp. 417.130,658,99
 - Upah
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 3 hari x
Rp.163,000,00
= Rp. 489.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
upaya
= 9 orang x 3 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 3.402,000,00
 - Alat
 - Barbender & cut = jumlah x durasi x
harga sewa
= 1 x 3 hari x
Rp. 283,333,00

$$= \text{Rp. } 850.000,00$$

Penulangan

- Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= $0,45 \times 3 \text{ hari} \times$
Rp. 163,000,00
= Rp. 220.050,00
- Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
= $9 \text{ orang} \times 3 \text{ hari} \times$
Rp. 126,000,00
= Rp. 3.402.000,00

Dengan demikian, pekerjaan pembesian balok lantai pedestal membutuhkan :

- Durasi pabrikan = 3 hari
- Durasi pemasangan = 3 hari
- Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
- Jumlah pekerja = 9 orang
- Total biaya = Rp. 425.762.659,00

b. Lantai 1
Pabrikan

- Material
Besi ulir = volume x harga bahan
= $92810,72 \text{ kg} \times \text{Rp. } 13,000,00$
= Rp. 1.206,539,391,00
- Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= $1 \times 5 \text{ hari} \times$
Rp.163,000,00
= Rp. 815.000,00
- Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
upaya
= $9 \text{ orang} \times 5 \text{ hari} \times$
Rp. 126,000,00
= Rp. 5.670,000,00

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 978.000,00 \\
 \text{Tukang Besi} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga} \\
 &\quad \text{upah} \\
 &= 9 \text{ orang} \times 6 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 126.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 6.804.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Alat} \\
 \text{Barbender \& cut} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \\
 &\quad \text{harga sewa} \\
 &= 1 \times 6 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 283.333,00 \\
 &= \text{Rp. } 1.700.000,00
 \end{aligned}$$

Penulangan

$$\begin{aligned}
 - \text{ Upah} \\
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 5 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 163.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 815.000,00 \\
 \text{Tukang Besi} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 9 \text{ orang} \times 5 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 126.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 5.670.000,00
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pembesian balok

lantai 2 membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pabriksi} &= 6 \text{ hari} \\
 \text{Durasi pemasangan} &= 5 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} &= 1 \text{ barbender \& cutter} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 9 \text{ orang} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp. } 1.995.058.058,00
 \end{aligned}$$

d. Lantai 3

Pabriksi

$$\begin{aligned}
 - \text{ Material} \\
 \text{Besi ulir} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\
 &= 152313,70 \text{ kg} \times
 \end{aligned}$$

- Rp. 13,000,00
= Rp. 1.980,078,089,00
- Upah Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 6 hari x
Rp.163,000,00
= Rp. 978.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
= 9 orang x 6 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 12.474.000,00
 - Alat Barbender & cut = jumlah x durasi x harga sewa
= 1 x 6 hari x
Rp. 283,333,00
= Rp. 1.700.000,00
 - Penulangan
 - Upah Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 5 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 815.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
= 9 orang x 5 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 5.670.000,00
- Dengan demikian, pekerjaan pembesian balok lantai 2 membutuhkan :
- Durasi pabriksi = 6 hari
Durasi pemasangan = 5 hari
Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
Jumlah pekerja = 9 orang
Total biaya =Rp. 1.995.058.058,00

- e. Lantai 4
Pabrikasi
- Material
Besi ulir = volume x harga bahan
 = 152313,70 kg x
 Rp. 13,000,00
 = Rp. 1.980,078,089,00
 - Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 6 hari x
 Rp.163,000,00
 = Rp. 978.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
 upah
 = 9 orang x 6 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp. 12.474.000,00
 - Alat
Barbender & cut = jumlah x durasi x
 harga sewa
 = 1 x 6 hari x
 Rp. 283,333,00
 = Rp. 1.700.000,00
- Penulangan
- Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 5 hari x
 Rp. 163,000,00
 = Rp. 815.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
 = 9 orang x 5 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp. 5.670.000,00

Dengan demikian, pekerjaan pembesian balok lantai 2 membutuhkan :

Durasi pabrikan	= 6 hari
Durasi pemasangan	= 5 hari
Alat yang digunakan	= 1 barbender & cutter
Jumlah pekerja	= 9 orang
Total biaya	=Rp. 1.995.058.058,00

f. Lantai 5

Pabrikasi

- Material

Besi ulir	= volume x harga bahan
	= 152313,70 kg x
	Rp. 13,000,00
	= Rp. 1.980,078,089,00

- Upah

Mandor	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 6 hari x
	Rp. 163,000,00
	= Rp. 978.000,00

Tukang Besi	= jumlah x durasi x harga upah
	= 9 orang x 6 hari x
	Rp. 126,000,00
	= Rp. 12.474.000,00

- Alat

Barbender & cut	= jumlah x durasi x harga sewa
	= 1 x 6 hari x
	Rp. 283,333,00
	= Rp. 1.700.000,00

Penulangan

- Upah

Mandor	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 5 hari x

$$\begin{aligned}
 & \text{Rp. 163,000,00} \\
 & = \text{Rp. 815.000,00} \\
 \text{Tukang Besi} & = \text{jumlah x durasi x harga upah} \\
 & = 9 \text{ orang x 5 hari x} \\
 & \text{Rp. 126,000,00} \\
 & = \text{Rp. 5.670.000,00}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pembesian balok lantai 2 membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pabrikasi} & = 6 \text{ hari} \\
 \text{Durasi pemasangan} & = 5 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} & = 1 \text{ barbender \& cutter} \\
 \text{Jumlah pekerja} & = 9 \text{ orang} \\
 \text{Total biaya} & = \text{Rp. 1.996.045.089,00}
 \end{aligned}$$

g. Lantai bawah atap 1

Pabrikasi

- Material

$$\begin{aligned}
 \text{Besi ulir} & = \text{volume x harga bahan} \\
 & = 93297,50 \text{ kg x} \\
 & \text{Rp. 13,000,00} \\
 & = \text{Rp. 1.212,867,519,00}
 \end{aligned}$$

- Upah

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} & = \text{jumlah x durasi x harga upah} \\
 & = 1 \text{ x 2 hari x} \\
 & \text{Rp.163,000,00} \\
 & = \text{Rp. 326.000,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang Besi} & = \text{jumlah x durasi x harga upah} \\
 & = 9 \text{ orang x 2 hari x} \\
 & \text{Rp. 126,000,00} \\
 & = \text{Rp. 2.268.000,00}
 \end{aligned}$$

- Alat

$$\text{Barbender \& cut} = \text{jumlah x durasi x}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{harga sewa} \\
 &= 1 \times 2 \text{ hari} \times \\
 & \text{Rp. 283,333,00} \\
 &= \text{Rp. 566.666,67}
 \end{aligned}$$

Penulangan

- Upah
 - Mandor $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 1 \times 2 \text{ hari} \times$
 Rp. 163,000,00
 $= \text{Rp. 326.000,00}$
 - Tukang Besi $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 9 \text{ orang} \times 2 \text{ hari} \times$
 Rp. 126,000,00
 $= \text{Rp. 2.268.000,00}$

Dengan demikian, pekerjaan pembesian balok lantai bawah atap 1 membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pabrikan} &= 2 \text{ hari} \\
 \text{Durasi pemasangan} &= 2 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} &= 1 \text{ barbender \& cutter} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 9 \text{ orang} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp. 1.218.622.186,00}
 \end{aligned}$$

h. Lantai bawah atap 2

Pabrikasi

- Material
 - Besi ulir $= \text{volume} \times \text{harga bahan}$
 $= 80784,20 \text{ kg} \times$
 Rp. 13,000,00
 $= \text{Rp. 1.050,194,559,00}$
- Upah
 - Mandor $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 1 \times 2 \text{ hari} \times$
 Rp. 163,000,00
 $= \text{Rp. 326.000,00}$

Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
 = 9 orang x 2 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp. 2.268.000,00

- Alat
 Barbender & cut = jumlah x durasi x harga sewa
 = 1 x 2 hari x
 Rp. 283,333,00
 = Rp. 566.666,67

Penulangan

- Upah
 Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 2 hari x
 Rp. 163,000,00
 = Rp. 326.000,00
 Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
 = 9 orang x 2 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp.2.268.000,00

Dengan demikian, pekerjaan pembesian balok lantai bawah atap 1 membutuhkan :

Durasi pabrikasi = 2 hari
 Durasi pemasangan = 2 hari
 Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
 Jumlah pekerja = 9 orang
 Total biaya = Rp. 1.055.949.000,00

i. Lantai bawah atap 3

Pabrikasi

- Material
 Besi ulir = volume x harga bahan
 = 13548,50 kg x
 Rp. 13,000,00

- = Rp. 176.130.476,00
- Upah
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x
 - Rp.163,000,00
 - = Rp. 163,000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
 - = 9 orang x 1 hari x
 - Rp. 126,000,00
 - = Rp. 1.134,000,00
- Alat
 - Barbender & cut = jumlah x durasi x harga sewa
 - = 1 x 1 hari x
 - Rp. 283,333,00
 - = Rp. 283,000,00

Penulangan

- Upah
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x
 - Rp. 163,000,00
 - = Rp.163.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
 - = 9 orang x 1 hari x
 - Rp. 126,000,00
 - = Rp. 1.134,000,00

Dengan demikian,pekerjaan pembesian balok lantai bawah atap 3 membutuhkan :

- Durasi pabriksi = 1 hari
- Durasi pemasangan = 1 hari
- Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
- Jumlah pekerja = 9 orang
- Total biaya = Rp. 178.828.509,00

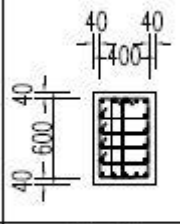
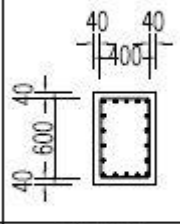
Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8
s/d STR-13

4.8.3 Pembesian Kolom

Pembesian kolom terdiri dari 2 macam pekerjaan yaitu pekerjaan pembesian tulangan utama dan pekerjaan pembesian sengkang.

4.8.3.1 Volume Pembesian Kolom

Pekerjaan pembesian kolom K1 pedestal	
Lebar kolom	= 60 cm = 0,6 m
Panjang kolom	= 40 cm = 0,4 m
Tinggi kolom	= 80 cm = 0,8 m
D tulangan utama	= 22 mm = 0,022 m
D sengkang	= 10 mm = 0,010 m
Cover	= 40 mm = 0,040 m
n tulangan	= 18 buah

K1	
TUMPUAN	LAPANGAN
	
400 x 600	400 x 600
18 D 22	18 D 22
D10-100 + 6 D10-100	D 10 - 125

Gambar 4. 3 Penulangan Kolom

- Tulangan Utama



Perhitungan “a” sesuai dengan rumus 2.73

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{2} \times \text{tinggi kolom} \\ &= \frac{1}{2} \times 0,8 \text{ m} \\ &= 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan “b” sesuai dengan rumus 2.59

$$\begin{aligned} b &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\ &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,022) \\ &= 0,138 \text{ m} \end{aligned}$$

Nilai “c₁” sesuai dengan tabel 2.21

$$c_1 = 1,47 \text{ m}$$

Nilai “c₂” sesuai dengan tabel 2.19

$$c_2 = 1,91 \text{ m}$$

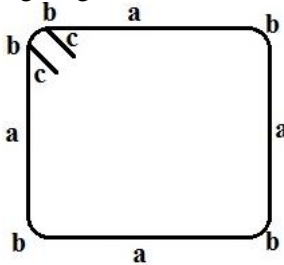
Perhitungan panjang tulangan utama dapat dihitung sesuai dengan rumus 2.74

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan} &= a + b + c_1 + c_2 \\ &= 0,4 \text{ m} + 0,138 \text{ m} + 1,47 \text{ m} \\ &\quad + 1,91 \text{ m} \\ &= 3,92 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang tulangan total tulangan utama pada 1 kolom pedestal dapat dihitung sesuai rumus 2.62

$$\begin{aligned}\text{Panjang total} &= 3,92 \text{ m} \times 2 \times 18 \text{ buah} \\ &= 141,05 \text{ m}\end{aligned}$$

- Tulangan Senggang



$$\begin{aligned}\text{Perhitungan "a" sesuai dengan rumus 2.68} \\ a &= \text{lebar kolom} - (2 \times \text{cover}) \\ &= 0,6 \text{ m} - (2 \times 0,040) \\ &= 0,52 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan "b}_1\text{" sesuai dengan rumus 2.59} \\ b_1 &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\ &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,010) \\ &= 0,094 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan "b}_2\text{" sesuai dengan rumus 2.59} \\ b_2 &= \frac{90^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \\ &= \frac{135^\circ}{360^\circ} \times 2\pi (4 \times 0,010) \\ &= 0,063 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai "c" sesuai dengan tabel 2.23} \\ c &= 0,75 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan panjang tulangan utama dapat dihitung sesuai dengan rumus 2.69

$$\begin{aligned}\text{Panjang tulangan} &= 4a + 2b_1 + 3b_2 + 2c_2 \\ &= (4 \times 0,52 \text{ m} + (2 \times 0,094 \text{ m}))\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ (3 \times 0,063 \text{ m}) + \\
 &(2 \times 0,075 \text{ m}) \\
 &= 2,61 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah sengkang pada satu kolom pedestal dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned}
 \text{Banyak sengkang} &= \frac{\text{tinggi kolom}}{\text{jarak sengkang}} \\
 &= \frac{0,8 \text{ m}}{0,15 \text{ m}} \\
 &= 6 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Perhitungan panjang total tulangan sengkang pada satu balok dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= \text{panjang tulangan} \times \text{jumlah sengkang} \\
 &= 2,61 \text{ m} \times 6 \text{ buah} \\
 &= 15,64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume besi dalam kg dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang tulangan utama} &= 141,05 \text{ m} \\
 \text{Berat tulangan utama} &= 141,05 \text{ m} \times 2,984 \text{ kg} \\
 &= 420,90 \text{ kg} \\
 \text{Berat sengkang} &= 15,64 \text{ m} \times 0,63 \text{ m} \\
 &= 9,81 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Perhitungan seperti cara di atas digunakan pula untuk menghitung duras pabrikasi dan pemasangan tulangan balok tipe yang lain. Dari perhitungan tersebut didapatkan durasi total yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pembesian lantai kolom pedestal} &= 15,505 \text{ kg} \\
 \text{Volume pembesian lantai kolom lantai 1} &= 22.929 \text{ kg} \\
 \text{Volume pembesian lantai kolom lantai 2} &= 21.979 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Volume pembesian lantai kolom lantai 3
 = 21.979 kg
 Volume pembesian lantai kolom lantai 4
 = 21.979 kg
 Volume pembesian lantai kolom lantai 5
 = 21.979 kg
 Volume pembesian lantai kolom lantai bawah
 atap
 = 13.296 kg

4.8.3.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan jumlah grup yang diperlukan untuk pekerjaan pembesian kolom adalah sebagai berikut :

- Jumlah maksimal :

- $\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,0004}{0,0004} = 1$
- $\text{Tukang} = \frac{\text{koefisien tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18$

- Jumlah grup kerja = 3 grup (1 mandor, 9 tukang besi)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.8.3.3 Durasi Pekerjaan Pembesian Kolom

Durasi pekerjaan pembesian kolom terdiri dari 2 (dua) macam durasi yang terdiri dari durasi pabriksi dan durasi pembesian atau pemasangan tulangan. Berikut ini adalah contoh perhitungannya :

Perhitungan durasi pembesian kolom pedestal :

- Tulangan utama

Diameter tulangan = 22 mm = 0,022 mm

n tulangan = 18 buah

Jumlah bengkokan = 2 buah

Perhitungan kapasitas produksi pemotongan sesuai dengan rumus ... :

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi pemotongan} &= \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,02 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata – rata tabel 2.25. Kapasitas produksi pembengkokan dan kapasitas produksi kaitan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi bengkokan} &= \frac{1,5 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,015 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kap. produksi pemasangan} &= \frac{7,25 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ &= 0,0725 \text{ jam/buah}\end{aligned}$$

Perhitungan durasi sesuai dengan rumus ...

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemotongan} &= \text{jumlah tulangan} \times \\ &\quad \text{kapasitas produksi} \\ &= 18 \text{ buah} \times 0,02 \text{ jam/buah} \\ &= 0,36 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi bengkokan} &= 18 \text{ buah} \times 0,015 \text{ jam/buah} \\ &= 0,27 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemasangan} &= 18 \text{ buah} \times 0,0725 \text{ jam/buah} \\ &= 1,31 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi pabrikan tulangan kolom pedestal

$$= 0,36 \text{ jam} + 0,27 \text{ jam}$$

$$= 0,63 \text{ jam}$$

Durasi pemasangan tulangan kolom pedestal

$$= 1,31 \text{ jam}$$

- Senggang

Diameter tulangan = 10 mm = 0,010 mm

n tulangan = 6 buah

Jumlah bengkokan = 3 buah

Jumlah kait = 2 buah

$$\text{Kap. produksi pemotongan} = \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ = 0,02 \text{ jam/buah}$$

Jam kerja buruh diambil dari nilai rata – rata tabel 2.25 . Kapasitas produksi pembengkokan dan kapasitas produksi kaitan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kap. produksi bengkokan} = \frac{1,15 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ = 0,0115 \text{ jam/buah}$$

$$\text{Kap. produksi kait} = \frac{1,85 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ = 0,0185 \text{ jam/buah}$$

$$\text{Kap. produksi pemasangan} = \frac{6,00 \text{ jam}}{100 \text{ buah}} \\ = 0,060 \text{ jam/buah}$$

Perhitungan durasi sesuai dengan rumus ...

$$\begin{aligned} \text{Durasi pemotongan} &= \text{jumlah tulangan} \times \\ &\quad \text{kapasitas produksi} \\ &= 6 \text{ buah} \times 0,02 \text{ jam/buah} \\ &= 0,12 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi bengkokan} &= 6 \text{ buah} \times \\ &\quad 0,0115 \text{ jam/buah} \times 3 \text{ buah} \\ &= 0,207 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi kait} &= 6 \text{ buah} \times \\ &\quad 0,0185 \text{ jam/buah} \times 2 \text{ buah} \\ &= 0,222 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi pemasangan} &= 6 \text{ buah} \times \\ &\quad 0,060 \text{ jam/buah} \\ &= 0,36 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi pabrikan tulangan kolom pedestal} \\ &= 0,12 \text{ jam} + 0,207 \text{ jam} + 0,222 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$= 0,612 \text{ jam}$$

Durasi pemasangan tulangan kolom pedestal

$$= 0,36 \text{ jam}$$

Total durasi pabrikan satu kolom pedestal

$$= 0,90 \text{ jam} + 0,612 \text{ jam}$$

$$= 1,512 \text{ jam}$$

Total durasi pemasangan tulangan satu kolom pedestal

$$= 1,31 \text{ jam} + 0,38 \text{ jam}$$

$$= 1,67 \text{ jam}$$

$$\text{Durasi 3 grup pekerja} = \frac{1.67 \text{ jam}}{3 \text{ grup}} = 0,56 \text{ jam}$$

Perhitungan seperti cara di atas digunakan pula untuk menghitung durasi pabrikan dan pemasangan tulangan balok tipe yang lain. Dari perhitungan tersebut didapatkan durasi total yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

Pedestal	= 15 hari
Lantai 1	= 31 hari
Lantai 2	= 29 hari
Lantai 3	= 29 hari
Lantai 4	= 29 hari
Lantai 5	= 29 hari
Lantai bawah atap	= 18 hari

4.8.3.4 Perhitungan Biaya

a. Lantai pedestal

Pabrikan

- Material

$$\begin{aligned} \text{Besi ulir} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\ &= 15,505 \text{ kg} \times \text{Rp.} \end{aligned}$$

- 13,000,00
= Rp. 201.572,842,00
- Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 7 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 1.141.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
upaya
= 9 orang x 7 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 7,938,000,00
 - Alat
Barbender & cut = jumlah x durasi x
harga sewa
= 1 x 7 hari x
Rp. 283,333,00
= Rp. 1.983,333,33
 - Penulangan
 - Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 8 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 1.304.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
= 9 orang x 8 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 9.072,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pembesian kolom
pedestal membutuhkan :

- Durasi pabrikasi = 7 hari
- Durasi pemasangan = 8 hari
- Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
- Jumlah pekerja = 9 orang
- Total biaya = Rp.223.011.176,00

- b. Lantai 1
Pabrikasi
- Material
Besi ulir = volume x harga bahan
 = 22,928 kg x Rp.
 13,000,00
 = Rp. 298.075,442,00
 - Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 17 hari x
 Rp.163,000,00
 = Rp. 2.771.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
 upaya
 = 9 orang x 17 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp. 19.278,000,00
 - Alat
Barbender & cut = jumlah x durasi x
 harga sewa
 = 1 x 17 hari x
 Rp. 283,333,00
 = Rp. 4.816,666,67
 - Penulangan
 - Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 14 hari x
 Rp. 163,000,00
 = Rp. 2.282.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
 = 9 orang x 14 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp. 15.876,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pembesian kolom lantai 1 membutuhkan :

Durasi pabrikasi	= 17 hari
Durasi pemasangan	= 14 hari
Alat yang digunakan	= 1 barbender & cutter
Jumlah pekerja	= 9 orang
Total biaya	= Rp.343.009.108,00

c. Lantai 2

Pabrikasi

- Material

Besi ulir	= volume x harga bahan
	= 21,979 kg x Rp.
	13,000,00
	= Rp. 285.725,768,44

- Upah

Mandor	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 16 hari x
	Rp.163,000,00
	= Rp. 2.608.000,00

Tukang Besi	= jumlah x durasi x harga upaya
	= 9 orang x 16 hari x
	Rp. 126,000,00
	= Rp. 18.114.,000,00

- Alat

Barbender & cut	= jumlah x durasi x harga sewa
	= 1 x 16 hari x
	Rp. 283,333,00
	= Rp. 4.533,333,33

Penulangan

- Upah

Mandor	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 13 hari x

Rp. 163,000,00
 = Rp. 2.119.000,00
 Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
 = 9 orang x 13 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp. 14.742,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pembesian kolom lantai 2 membutuhkan :

Durasi pabrikasi = 16 hari
 Durasi pemasangan = 13 hari
 Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
 Jumlah pekerja = 9 orang
 Total biaya = Rp.327.872.102,00

- d. Lantai 3
- Pabrikasi
- Material
 - Besi ulir = volume x harga bahan
 = 21,979 kg x Rp.
 13,000,00
 = Rp. 285.725,768,44
 - Upah
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 16 hari x
 Rp.163,000,00
 = Rp. 2.608.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
 upaya
 = 9 orang x 16 hari x
 Rp. 126,000,00
 = Rp. 18.114,,000,00
 - Alat
 - Barbender & cut = jumlah x durasi x

$$\begin{aligned}
 & \text{harga sewa} \\
 &= 1 \times 16 \text{ hari} \times \\
 & \text{Rp. 283,333,00} \\
 &= \text{Rp. 4.533,333,33}
 \end{aligned}$$

Penulangan

$$\begin{aligned}
 - \text{ Upah} \\
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 13 \text{ hari} \times \\
 & \text{Rp. 163,000,00} \\
 &= \text{Rp. 2.119.000,00} \\
 \text{Tukang Besi} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 9 \text{ orang} \times 13 \text{ hari} \times \\
 & \text{Rp. 126,000,00} \\
 &= \text{Rp. 14.742,000,00}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pembesian kolom lantai 2 membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pabrikasi} &= 16 \text{ hari} \\
 \text{Durasi pemasangan} &= 13 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} &= 1 \text{ barbender \& cutter} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 9 \text{ orang} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp.327.872.102,00}
 \end{aligned}$$

e. Lantai 4
Pabrikasi

$$\begin{aligned}
 - \text{ Material} \\
 \text{Besi ulir} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\
 &= 21,979 \text{ kg} \times \text{Rp.} \\
 & \text{13,000,00} \\
 &= \text{Rp. 285.725,768,44} \\
 - \text{ Upah} \\
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 16 \text{ hari} \times \\
 & \text{Rp.163,000,00} \\
 &= \text{Rp. 2.608.000,00}
 \end{aligned}$$

- Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
upaya
= 9 orang x 16 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 18.114,,000,00
- Alat
Barbender & cut = jumlah x durasi x
harga sewa
= 1 x 16 hari x
Rp. 283,333,00
= Rp. 4.533,333,33
- Penulangan
- Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 13 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 2.119.000,00
- Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
= 9 orang x 13 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 14.742,000,00

Dengan demikian,pekerjaan pembesian kolom
lantai 2 membutuhkan :

- Durasi pabrikasi = 16 hari
Durasi pemasangan = 13 hari
Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
Jumlah pekerja = 9 orang
Total biaya = Rp.327.872.102,00

- f. Lantai 5
Pabrikasi
- Material
Besi ulir = volume x harga bahan
= 21,979 kg x Rp.

- 13,000,00
= Rp. 285.725,768,44
- U pah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 16 hari x
Rp.163,000,00
= Rp. 2.608.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga
upaya
= 9 orang x 16 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 18.114,,000,00
 - Alat
Barbender & cut = jumlah x durasi x
harga sewa
= 1 x 16 hari x
Rp. 283,333,00
= Rp. 4.533,333,33
 - Penulangan
 - Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 13 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 2.119.000,00
 - Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
= 9 orang x 13 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 14.742,000,00

Dengan demikian,pekerjaan pembesian kolom lantai 2 membutuhkan :

- Durasi pabriksi = 16 hari
- Durasi pemasangan = 13 hari
- Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
- Jumlah pekerja = 9 orang

- | | | |
|----|-------------------|---|
| - | Total biaya | = Rp.327.872.102,00 |
| g. | Lantai bawah atap | |
| | Pabrikasi | |
| - | Material | |
| | Besi ulir | = volume x harga bahan
= 13.296 kg x Rp.
13,000,00
= Rp. 172.884,474,00 |
| - | Upah | |
| | Mandor | = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 9 hari x
Rp.163,000,00
= Rp. 1.467.000,00 |
| | Tukang Besi | = jumlah x durasi x harga
upaya
= 9 orang x 9 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 10.206,000,00 |
| - | Alat | |
| | Barbender & cut | = jumlah x durasi x
harga sewa
= 1 x 9 hari x
Rp. 283,333,00
= Rp. 2.550,000,00 |
| | Penulangan | |
| - | Upah | |
| | Mandor | = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 9 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 1.467.000,00 |
| | Tukang Besi | = jumlah x durasi x harga upah
= 9 orang x 9 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 10.206,000,00 |

g. Lantai bawah atap

Pabrikasi

- | | | |
|---|-----------------|---|
| - | Material | |
| | Besi ulir | $= \text{volume} \times \text{harga bahan}$
$= 13.296 \text{ kg} \times \text{Rp. } 13,000,00$
$= \text{Rp. } 172.884,474,00$ |
| - | Upah | |
| | Mandor | $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
$= 1 \times 9 \text{ hari} \times$
$\text{Rp. } 163,000,00$
$= \text{Rp. } 1.467.000,00$ |
| | Tukang Besi | $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upaya}$
$= 9 \text{ orang} \times 9 \text{ hari} \times$
$\text{Rp. } 126,000,00$
$= \text{Rp. } 10.206,000,00$ |
| - | Alat | |
| | Barbender & cut | $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times$
harga sewa
$= 1 \times 9 \text{ hari} \times$
$\text{Rp. } 283,333,00$
$= \text{Rp. } 2.550,000,00$ |
| | Penulangan | |
| - | Upah | |
| | Mandor | $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
$= 1 \times 9 \text{ hari} \times$
$\text{Rp. } 163,000,00$
$= \text{Rp. } 1.467.000,00$ |
| | Tukang Besi | $= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
$= 9 \text{ orang} \times 9 \text{ hari} \times$
$\text{Rp. } 126,000,00$
$= \text{Rp. } 10.206,000,00$ |

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| - Upah | |
| Mandor | = jumlah x durasi x harga upah |
| | = 1 x 9 hari x |
| | Rp.163,000,00 |
| | = Rp. 1.467.000,00 |
| Tukang Besi | = jumlah x durasi x harga |
| | upaya |
| | = 9 orang x 9 hari x |
| | Rp. 126,000,00 |
| | = Rp. 10.206,000,00 |
| - Alat | |
| Barbender & cut | = jumlah x durasi x |
| | harga sewa |
| | = 1 x 9 hari x |
| | Rp. 283,333,00 |
| | = Rp. 2.550,000,00 |

Penulangan

- Upah
Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 9 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 1.467.000,00
Tukang Besi = jumlah x durasi x harga upah
= 9 orang x 9 hari x
Rp. 126,000,00
= Rp. 10.206,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pembesian kolom lantai bawah atap membutuhkan :

Durasi pabrikan = 9 hari
Durasi pemasangan = 9 hari
Alat yang digunakan = 1 barbender & cutter
Jumlah pekerja = 9 orang
Total biaya = Rp.198.740.474,00

Data ini digunakan sebagai input data pada Ms. Project.

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-9 s/d STR-13

4.9 Pekerjaan pengecoran

Pekerjaan pengecoran menggunakan beton ready mix. Berikut ini adalah cara perhitungan pekerjaan pengecoran

4.9.1 Pengecoran Lantai Kerja

4.9.1.1 Volume Pengecoran Lantai Kerja

Perhitungan volume pekerjaan lantai kerja sudah dibahas pada bab 4.6 dimana perhitungan volume untuk lantai kerja sudah dihitung pada sub bab – sub bab pada bab tersebut. Yang membedakan perhitungan pada bab 4.9 dengan bab 4.5 adalah tinggi lantai kerja sebesar 5 cm.

Dibawah ini adalah rekapan volume untuk pekerjaan pengecoran lantai kerja :

Item Pekerjaan	Total Volume
Pile cap	5,895 m ³
Tie beam	16,129 m ³

Plat	436,013 m ³
------	------------------------

4.9.1.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan jumlah grup yang di perlukan pada pekerjaan pengecoran lantai kerja adalah :

- Jumlah maksimal :

- Mandor = $\frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,0004}{0,0004} = 1$
- Tukang = $\frac{\text{koefisien tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18$
- Pembantu Tukang = $\frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,007}{0,0004} = 18$

- Jumlah grup kerja = 3 grup (1 mandor, 9 tukang besi)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.9.1.3 Kapasitas Produksi Pekerjaan Pengecoran Lantai Kerja

Kapasitas produksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 Q &= DC \times Ek \\
 &= 34 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \times 0,70 \times 0,75 \\
 &= 14,815 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4.9.1.4 Durasi Pekerjaan Pengecoran Lantai Kerja

Durasi pekerjaan pengecoran lantai kerja terdiri dari 4 (empat) macam yaitu waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (diperlukan jika truck mixer lebih dari satu), waktu operasional pengecoran, dan waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan beton ready mix dengan kapasitas truck mixer sebesar 5 m³.

- Pile cap

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{5.895 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 2 \text{ truck}$$

- Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

$$= 5 \text{ menit}$$

Pemasangan pompa = 15 menit

Waktu tunggu pompa = 5 menit

Waktu penuangan = 10 menit

Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan

Waktu pergantian truck mixer = 2 x 5 menit

$$= 10 \text{ menit}$$

Waktu pengujian slump = 2 x 5 menit

$$= 10 \text{ menit}$$

Total Waktu = 20 menit

- Waktu Pengecoran

Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$

$$= \frac{5.895 \text{ m}^3}{14.815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 23,87 \text{ menit}$$

- Waktu Pasca Pelaksanaan

Pembersihan pompa = 10 menit

Pembongkaran pompa = 15 menit

Persiapan kembali = 5 menit

Total Waktu = 30 menit

Total durasi = 35 menit + 20 menit +

$$23,87 \text{ menit}$$

$$= 78,87 \text{ menit}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

- Tie beam

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$
 $= \frac{16,129 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$
 $= 4 \text{ truck}$
 - Waktu Persiapan
Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump
 $= 5 \text{ menit}$
Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
 - Waktu Persiapan Tambahan
Waktu pergantian truck mixer $= 4 \times 5 \text{ menit}$
 $= 20 \text{ menit}$
Waktu pengujian slump $= 4 \times 5 \text{ menit}$
 $= 20 \text{ menit}$
Total Waktu $= 40 \text{ menit}$
 - Waktu Pengecoran
Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$
 $= \frac{16,129 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$
 $= 65,32 \text{ menit}$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 40 \text{ menit} +$
 $65,32 \text{ menit}$
 $= 140,32 \text{ menit}$
 $= 1 \text{ hari}$
- Plat

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$
 $= \frac{436,013 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$
 $= 88 \text{ truck}$
 - Waktu Persiapan
Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump
 $= 5 \text{ menit}$
Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
 - Waktu Persiapan Tambahan
Waktu pergantian truck mixer $= 88 \times 5 \text{ menit}$
 $= 440 \text{ menit}$
Waktu pengujian slump $= 88 \times 5 \text{ menit}$
 $= 440 \text{ menit}$
Total Waktu $= 880 \text{ menit}$
 - Waktu Pengecoran
Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$
 $= \frac{436,013 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$
 $= 1765,77 \text{ menit}$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 880 \text{ menit} +$
 $1765,77 \text{ menit}$
 $= 2680,77 \text{ menit}$
 $= 6 \text{ hari}$

4.9.1.5 Perhitungan Biaya

- a. Pile Cap
 - Material
 - Beton K-300 = volume x harga bahan
= $5,895 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 957,243,00$
= Rp. 5.642,947,00
 - Upah
 - Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 2 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
= Rp. 100.000,00
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 163.000,00
 - Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00
 - Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00
 - Alat
 - Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 2 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 7.000,000,00
 - Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 2 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 700,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran lantai kerja pile cap membutuhkan :

Durasi	= 1 hari
Alat yang digunakan	= 2 Concrete pump, 2 vibrator
Jumlah pekerja	= 1 operator, 1 mandor , 1 tukang, 1 buruh
Total biaya	= Rp.14.162.311,00

b. Tie Beam

- Material

Beton K-250 = volume x harga bahan
= 16,129 m³ x Rp. 918,332,00
= Rp.14.881,345,00

- Upah

Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 4 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
= Rp. 200.000,00

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 163.000,00

Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 4 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 14.000,000,00 \\
 \text{Vibrator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa} \\
 &= 4 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 350,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 1.400,000,00
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran lantai kerja tie beam membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} &= 4 \text{ Concrete pump,} \\
 &\quad 4 \text{ vibrator} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 1 \text{ operator, 1} \\
 &\quad \text{mandor, 1 tukang,} \\
 &\quad 1 \text{ buruh} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp. } 13.831.312,00,00
 \end{aligned}$$

c. Pelat

$$\begin{aligned}
 - \text{ Material} \\
 \text{Beton K-250} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\
 &= 436,013 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00 \\
 &= \text{Rp. } 400,404,690,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Upah} \\
 \text{Operator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 88 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 6,250,00/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 26.400.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 6 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 163,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 163.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 6 \text{ hari} \times \text{Rp. } 126,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 756,000,00
 \end{aligned}$$

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 88 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 1.848,000,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 88 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 1.848,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran lantai kerja pelat membutuhkan :

Durasi = 6 hari
Alat yang digunakan = 66 Concrete pump,
66 vibrator
Jumlah pekerja = 1 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh
Total biaya =Rp. 34.482.541,00

Data ini digunakan sebagai input data pada Ms. Project.

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8 dan STR-9

4.9.2 Pengecoran Pile Cap

4.9.2.1 Volume Pengecoran Pile Cap

Volume pengecoran berdasarkan tipe pile cap dengan perhitungan sebagai berikut :

- PC 1
Panjang = 1,25 m

- | | |
|--------------|-------------------------|
| Lebar | = 1,88 m |
| Tinggi | = 1 m |
| Volume | = 1,25 m x 1,88 m x 1 m |
| | = 2,35 m ³ |
| n PC1 | = 16 buah |
| Volume total | = 2,35 m x 16 buah |
| | = 37,60 m ³ |
- PC 2
- | | |
|--------------|-------------------------|
| Panjang | = 1,55 m |
| Lebar | = 1,55 m |
| Tinggi | = 1 m |
| Volume | = 1,55 m x 1,55 m x 1 m |
| | = 2,40 m ³ |
| n PC1 | = 20 buah |
| Volume total | = 2,40 m x 20 buah |
| | = 48,05 m ³ |

4.9.2.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan jumlah grup yang di perlukan pada pekerjaan pengecoran adalah :

- Jumlah maksimal :

- Mandor = $\frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,083}{0,083} = 1$
- Tukang = $\frac{\text{koefisien tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,275}{0,083} = 4$
- Pembantu Tukang = $\frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{1,65}{0,083} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor, 8 tukang)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.9.2.3 Kapasitas Produksi Pekerjaan pengecoran Pile Cap

Kapasitas produksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus ...

$$\begin{aligned} Q &= DC \times E_k \\ &= 34 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \times 0,70 \times 0,75 \\ &= 14,815 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.9.2.4 Durasi Pekerjaan pengecoran Pile Cap

Durasi pekerjaan pengecoran lantai kerja terdiri dari 4 (empat) macam yaitu waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (diperlukan jika truck mixer lebih dari satu), waktu operasional pengecoran, dan waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan beton ready mix dengan kapasitas truck mixer sebesar 5 m³.

- PC 1

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol. beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$
 $= \frac{37,6 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$
 $= 8 \text{ truck}$
- Waktu Persiapan
 - Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 5 menit
 - Pemasangan pompa = 15 menit
 - Waktu tunggu pompa = 5 menit
 - Waktu penuangan = 10 menit
 - Total Waktu = 35 menit
- Waktu Persiapan Tambahan
 - Waktu pergantian truck mixer = 8 x 5 menit
= 40 menit
 - Waktu pengujian slump = 8 x 5 menit
= 40 menit
 - Total Waktu = 80 menit

- Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{37,6 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 152,27 \text{ menit}$$

- Waktu Pasca Pelaksanaan

Pembersihan pompa	= 10	menit
Pembongkaran pompa	= 15	menit
Persiapan kembali	= 5	menit
Total Waktu	= 30	menit

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= 35 \text{ menit} + 80 \text{ menit} + \\ &\quad 152,27 \text{ menit} \\ &= 267,27 \text{ menit} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

- PC 2

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{48,05 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 10 \text{ truck}$$

- Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump	= 5	menit
Pemasangan pompa	= 15	menit
Waktu tunggu pompa	= 5	menit
Waktu penuangan	= 10	menit
Total Waktu	= 35	menit

- Waktu Persiapan Tambahan

Waktu pergantian truck mixer	= 10 x 5 menit
	= 50 menit
Waktu pengujian slump	= 10 x 5 menit
	= 50 menit

- Total Waktu = 100 menit
- Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{48,05 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 194,59 \text{ menit}$$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan

Pembersihan pompa	= 10	menit
Pembongkaran pompa	= 15	menit
Persiapan kembali	= 5	menit
Total Waktu	= 30	menit
- Total durasi = 35 menit + 100 menit +
 194,59 menit
 = 329,59 menit
 = 1 hari

4.9.2.5 Perhitungan Biaya

- a. PC 1
 - Material

Beton K-300	= volume x harga bahan
	= 37,6 m ³ x Rp. 957,243,00
	= Rp.35.992,337,00
 - Upah

Operator	= jumlah x durasi x harga upah
	= 8 orang x 1 hari x
	Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
	= Rp. 400.000,00
 - Mandor

	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 1 hari x
	Rp. 163,000,00
	= Rp. 163.000,00

Tukang	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00 = Rp. 126,000,00
Buruh	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00 = Rp. 115,000,00
- Alat	
Concrete Pump	= jumlah x durasi x harga sewa = 8 buah x 1 hari x Rp. 3.500,000,00 = Rp. 28.000,000,00
Vibrator	= jumlah x durasi x harga sewa = 8 buah x 1 hari x Rp. 350,000,00 = Rp. 2.800,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran pile cap PC 1 membutuhkan :

Durasi	= 1 hari
Alat yang digunakan	= Concrete pump, vibrator
Jumlah pekerja	= 8 operator, 1 mandor , 1 tukang, 1 buruh
Total biaya	= Rp. 67,441,487,00

b. PC 2

- Material	
Beton K-300	= volume x harga bahan = 48,05 m ³ x Rp. 957,243,00 = Rp.35.992,337,00
- Upah	
Operator	= jumlah x durasi x harga upah = 10 orang x 1 hari x Rp. 6,250,00/jam x 8 jam

= Rp. 500.000,00

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 8.150,00

Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 10 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 4.375,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 8 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp.437,500,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran pile cap
PC 2 membutuhkan :

Durasi = 1 hari

Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator

Jumlah pekerja = 10 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh

Total biaya = Rp.67.596.337,00

Data ini digunakan sebagai input data pada Ms.
Project.

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8

4.9.3 Pengecoran Balok

4.9.3.1 Volume Pengecoran Balok

Oleh karena panjang balok yang beragam, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan volume pengecoran balok menurut tipe balok pada pedestal :

- Tie Beam S1
 - Panjang balok = 3,25 m
 - Lebar balok (b) = 30 cm = 0,30 m
 - Tinggi balok (h) = 40 cm = 0,40 m
 - Volume = $b \times h \times \text{panjang balok}$
= $0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 3,25 \text{ m}$
= $0,39 \text{ m}^3$
- Tie Beam S2
 - Panjang balok = 4,45 m
 - Lebar balok (b) = 30 cm = 0,30 m
 - Tinggi balok (h) = 60 cm = 0,60 m
 - Volume = $b \times h \times \text{panjang balok}$
= $0,30 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 4,45 \text{ m}$
= $0,80 \text{ m}^3$

Total volume pengecoran balok adalah sebagai berikut :

Pedestal	=	35,70	m^3
Lantai 1	=	45,39	m^3
Lantai 2	=	54,99	m^3
Lantai 3	=	54,99	m^3
Lantai 4	=	54,99	m^3
Lantai 5	=	54,99	m^3
Bawah atap 1	=	25,99	m^3
Bawah atap 2	=	17,51	m^3

$$\text{Bawah atap 3} = 4,81 \text{ m}^3$$

4.9.3.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan jumlah grup yang di perlukan pada pekerjaan pengecoran adalah :

- Jumlah maksimal :

- $\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,083}{0,083} = 1$
- $\text{Tukang} = \frac{\text{koefisien tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,275}{0,083} = 4$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{1,65}{0,083} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor, 8 tukang)

- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.9.3.3 Kapasitas Produksi Pekerjaan Pengecoran Balok

Kapasitas produksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus ...

$$\begin{aligned} Q &= DC \times Ek \\ &= 34 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \times 0,70 \times 0,75 \\ &= 14,815 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.9.3.3 Durasi Pekerjaan Pengecoran Balok

Durasi pekerjaan pengecoran lantai kerja terdiri dari 4 (empat) macam yaitu waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (diperlukan jika truck mixer lebih dari satu), waktu operasional pengecoran, dan waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan beton ready mix dengan kapasitas truck mixer sebesar 5 m³.

- Pedestal

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$
 $= \frac{35,70 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$
 $= 8 \text{ truck}$
 - Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 5 menit
 Pemasangan pompa = 15 menit
 Waktu tunggu pompa = 5 menit
 Waktu penuangan = 10 menit
 Total Waktu = 35 menit
 - Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer = 8 x 5 menit
 $= 40 \text{ menit}$
 Waktu pengujian slump = 8 x 5 menit
 $= 40 \text{ menit}$
 Total Waktu = 80 menit
 - Waktu Pengecoran
 $\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$
 $= \frac{35,70 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$
 $= 144,59 \text{ menit}$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa = 10 menit
 Pembongkaran pompa = 15 menit
 Persiapan kembali = 5 menit
 Total Waktu = 30 menit
- Total durasi = 35 menit + 80 menit +
 144,59 menit
 = 259,59 menit
 = 1 hari

- Lantai 1

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{45,39 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 10 \text{ truck}$$
- Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

$$= 5 \text{ menit}$$
 Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
 Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
 Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
- Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer $= 10 \times 5 \text{ menit}$

$$= 50 \text{ menit}$$
 Waktu pengujian slump $= 10 \times 5 \text{ menit}$

$$= 50 \text{ menit}$$
 Total Waktu $= 100 \text{ menit}$
- Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{45,39 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 183,84 \text{ menit}$$
- Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
 Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
 Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 100 \text{ menit} +$

$$183,84 \text{ menit}$$

$$= 318,84 \text{ menit}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

- Lantai 2

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$
 $= \frac{54,99 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$
 $= 11 \text{ truck}$
 - Waktu Persiapan
Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump
 $= 5 \text{ menit}$
Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
 - Waktu Persiapan Tambahan
Waktu pergantian truck mixer $= 11 \times 5 \text{ menit}$
 $= 55 \text{ menit}$
Waktu pengujian slump $= 11 \times 5 \text{ menit}$
 $= 55 \text{ menit}$
Total Waktu $= 110 \text{ menit}$
 - Waktu Pengecoran
Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$
 $= \frac{54,99 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$
 $= 222,70 \text{ menit}$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 110 \text{ menit} +$
 $222,70 \text{ menit}$
 $= 367,70 \text{ menit}$
 $= 1 \text{ hari}$

- Lantai 3

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{54,99 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 11 \text{ truck}$$
 - Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

$$= 5 \text{ menit}$$
 Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
 Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
 Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
 - Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer $= 11 \times 5 \text{ menit}$

$$= 55 \text{ menit}$$
 Waktu pengujian slump $= 11 \times 5 \text{ menit}$

$$= 55 \text{ menit}$$
 Total Waktu $= 110 \text{ menit}$
 - Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{54,99 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 222,70 \text{ menit}$$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
 Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
 Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 110 \text{ menit} +$
 $222,70 \text{ menit}$
 $= 367,70 \text{ menit}$
 $= 1 \text{ hari}$

- Lantai 4

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{54,99 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 11 \text{ truck}$$
 - Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

$$= 5 \text{ menit}$$
 Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
 Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
 Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
 - Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer $= 11 \times 5 \text{ menit}$

$$= 55 \text{ menit}$$
 Waktu pengujian slump $= 11 \times 5 \text{ menit}$

$$= 55 \text{ menit}$$
 Total Waktu $= 110 \text{ menit}$
 - Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{54,99 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 222,70 \text{ menit}$$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
 Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
 Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 110 \text{ menit} +$
 $222,70 \text{ menit}$
 $= 367,70 \text{ menit}$
 $= 1 \text{ hari}$

- Lantai 5

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{54,99 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 11 \text{ truck}$$
 - Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 5 menit
 Pemasangan pompa = 15 menit
 Waktu tunggu pompa = 5 menit
 Waktu penuangan = 10 menit
 Total Waktu = 35 menit
 - Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer = 11 x 5 menit

$$= 55 \text{ menit}$$
 Waktu pengujian slump = 11 x 5 menit

$$= 55 \text{ menit}$$
 Total Waktu = 110 menit
 - Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{54,99 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 222,70 \text{ menit}$$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa = 10 menit
 Pembongkaran pompa = 15 menit
 Persiapan kembali = 5 menit
 Total Waktu = 30 menit
- Total durasi = 35 menit + 110 menit +
 222,70 menit
 = 367,70 menit
 = 1 hari

- Bawah Atap 1

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{25,99 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 6 \text{ truck}$$
 - Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

$$= 5 \text{ menit}$$
 Pemasangan pompa
$$= 15 \text{ menit}$$
 Waktu tunggu pompa
$$= 5 \text{ menit}$$
 Waktu penuangan
$$= 10 \text{ menit}$$
 Total Waktu
$$= 35 \text{ menit}$$
 - Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer
$$= 6 \times 5 \text{ menit}$$

$$= 30 \text{ menit}$$
 Waktu pengujian slump
$$= 6 \times 5 \text{ menit}$$

$$= 30 \text{ menit}$$
 Total Waktu
$$= 60 \text{ menit}$$
 - Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{25,99 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 105,24 \text{ menit}$$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa
$$= 10 \text{ menit}$$
 Pembongkaran pompa
$$= 15 \text{ menit}$$
 Persiapan kembali
$$= 5 \text{ menit}$$
 Total Waktu
$$= 30 \text{ menit}$$
- Total durasi
$$= 35 \text{ menit} + 60 \text{ menit} +$$

$$105,24 \text{ menit}$$

$$= 200,24 \text{ menit}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

- Bawah Atap 2

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{17,51 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 4 \text{ truck}$$
 - Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

$$= 5 \text{ menit}$$
 Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
 Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
 Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
 - Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer $= 4 \times 5 \text{ menit}$

$$= 20 \text{ menit}$$
 Waktu pengujian slump $= 4 \times 5 \text{ menit}$

$$= 20 \text{ menit}$$
 Total Waktu $= 40 \text{ menit}$
 - Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{17,51 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 70,90 \text{ menit}$$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
 Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
 Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 40 \text{ menit} +$
 $70,90 \text{ menit}$
 $= 146,90 \text{ menit}$
 $= 1 \text{ hari}$

- Bawah Atap 3

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{4,18 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 1 \text{ truck}$$
 - Waktu Persiapan
 Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

$$= 5 \text{ menit}$$
 Pemasangan pompa $= 15 \text{ menit}$
 Waktu tunggu pompa $= 5 \text{ menit}$
 Waktu penuangan $= 10 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 35 \text{ menit}$
 - Waktu Persiapan Tambahan
 Waktu pergantian truck mixer $= 1 \times 5 \text{ menit}$

$$= 5 \text{ menit}$$
 Waktu pengujian slump $= 1 \times 5 \text{ menit}$

$$= 5 \text{ menit}$$
 Total Waktu $= 10 \text{ menit}$
 - Waktu Pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{4,18 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 16,91 \text{ menit}$$
 - Waktu Pasca Pelaksanaan
 Pembersihan pompa $= 10 \text{ menit}$
 Pembongkaran pompa $= 15 \text{ menit}$
 Persiapan kembali $= 5 \text{ menit}$
 Total Waktu $= 30 \text{ menit}$
- Total durasi $= 35 \text{ menit} + 10 \text{ menit} + 16,91 \text{ menit}$

= 61,91 menit
= 1 hari

4.9.3.5 Perhitungan Biaya

- a. Pedestal
 - Material
 - Beton K-250 = volume x harga bahan
= $35,70 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00$
= Rp.32.786,105,00
 - Upah
 - Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 8 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
= Rp. 400.000,00
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 163.000,00
 - Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00
 - Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00
 - Alat
 - Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 8 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 28.000,000,00
 - Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 8 buah x 1 hari x

$$\begin{aligned} & \text{Rp. 350,000,00} \\ & = \text{Rp. 2.800,000,00} \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok pedestal membutuhkan :

Durasi	= 1 hari
Alat yang digunakan	= Concrete pump, vibrator
Jumlah pekerja	= 8 operator, 1 mandor , 1 tukang, 1 buruh
Total biaya	= Rp. 73.435.255,00

b. Lantai 1

- Material	
Beton K-250	= volume x harga bahan = $45,39 \text{ m}^3 \times \text{Rp. 918,332,00}$ = Rp.43.453,149,00
- Upah	
Operator	= jumlah x durasi x harga upah = 10 orang x 1 hari x Rp. 6,250,00/jam x 8 jam = Rp. 500.000,00
Mandor	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 163,000,00 = Rp. 163.000,00
Tukang	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00 = Rp. 126,000,00
Buruh	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00 = Rp. 115,000,00

- Alat
 - Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
 = 10 buah x 1 hari x
 Rp. 3.500,000,00
 = Rp. 35.000,000,00
 - Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
 = 10 buah x 1 hari x
 Rp. 350,000,00
 = Rp. 3.500,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok lantai 1 membutuhkan :

- Durasi = 1 hari
- Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator
- Jumlah pekerja = 10 operator, 0,05
mandor , 1 tukang,
1 buruh
- Total biaya = Rp. 94.202.209,00

c. Lantai 2

- Material
 - Beton K-250 = volume x harga bahan
 = 54,99 m³ x Rp. 918,332,00
 = Rp.50.498,560,00
- Upah
 - Operator = jumlah x durasi x harga upah
 = 11 orang x 1 hari x
 Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
 = Rp. 550.000,00
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 1 hari x
 Rp. 163,000,00
 = Rp. 163.000,00

- Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00
- Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00
- Alat
- Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 11 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 38.500,000,00
- Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 11 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 3.850,000,00
- Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok
lantai 2 membutuhkan :
- Durasi = 1 hari
- Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator
- Jumlah pekerja = 11 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh
- Total biaya = Rp. 106.297.710,00

d. Lantai 3

- Material
- Beton K-250 = volume x harga bahan
= 54,99 m³ x Rp. 918,332,00
= Rp.50.498,560,00
- Upah
- Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 11 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam

= Rp. 550.000,00

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 163.000,00

Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 11 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 38.500,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 11 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 3.850,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok lantai 2 membutuhkan :

Durasi = 1 hari

Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator

Jumlah pekerja = 11 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh

Total biaya = Rp. 106.297.710,00

e. Lantai 4

- Material

Beton K-250	= volume x harga bahan = $54,99 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00$ = Rp.50.498,560,00
- U pah Operator	= jumlah x durasi x harga upah = 11 orang x 1 hari x Rp. 6,250,00/jam x 8 jam = Rp. 550.000,00
Mandor	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 163,000,00 = Rp. 163.000,00
Tukang	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00 = Rp. 126,000,00
Buruh	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00 = Rp. 115,000,00
- Alat Concrete Pump	= jumlah x durasi x harga sewa = 11 buah x 1 hari x Rp. 3.500,000,00 = Rp. 38.500,000,00
Vibrator	= jumlah x durasi x harga sewa = 11 buah x 1 hari x Rp. 350,000,00 = Rp. 3.850,000,00
Dengan demikian,pekerjaan pengecoran balok lantai 2 membutuhkan :	
Durasi	= 1 hari
Alat yang digunakan	= Concrete pump, vibrator

Jumlah pekerja	= 11 operator, 1 mandor , 1 tukang, 1 buruh
- Total biaya	= Rp. 106.297.710,0
f. Lantai 5	
- Material	
Beton K-250	= volume x harga bahan = 54,99 m ³ x Rp. 918,332,00 = Rp.50.498,560,00
- U pah	
Operator	= jumlah x durasi x harga upah = 11 orang x 1 hari x Rp. 6,250,00/jam x 8 jam = Rp. 550.000,00
Mandor	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 163,000,00 = Rp. 163.000,00
Tukang	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00 = Rp. 126,000,00
Buruh	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00 = Rp. 115,000,00
- Alat	
Concrete Pump	= jumlah x durasi x harga sewa = 11 buah x 1 hari x Rp. 3.500,000,00 = Rp. 38.500,000,00
Vibrator	= jumlah x durasi x harga sewa = 11 buah x 1 hari x

$$\begin{aligned} & \text{Rp. 350,000,00} \\ & = \text{Rp. 3.850,000,00} \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok lantai 2 membutuhkan :

Durasi	= 1 hari
Alat yang digunakan	= Concrete pump, vibrator
Jumlah pekerja	= 11 operator, 1 mandor , 1 tukang, 1 buruh
- Total biaya	= Rp. 106.297.710,00

g. Bawah atap 1

- Material	
Beton K-250	= volume x harga bahan = $25,99 \text{ m}^3 \times \text{Rp. 918,332,00}$ = Rp.23.864,005,00
- Upah	
Operator	= jumlah x durasi x harga upah = 6 orang x 1 hari x Rp. 6,250,00/jam x 8 jam = Rp. 300.000,00
Mandor	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 163,000,00 = Rp. 8.150,00
Tukang	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00 = Rp. 126,000,00
Buruh	= jumlah x durasi x harga upah = 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00

- = Rp. 115,000,00
- Alat
 - Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
 = 6 buah x 1 hari x
 Rp. 3.500,000,00
 = Rp. 21.000,000,00
 - Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
 = 6 buah x 1 hari x
 Rp. 350,000,00
 = Rp. 2.100,000,00
- Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok bawah atap 1 membutuhkan :
- Durasi = 1 hari
 - Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator
 - Jumlah pekerja = 6 operator, 0,05
mandor , 1 tukang,
1 buruh
 - Total biaya = Rp. 47.513,155,00

h. Bawah atap 2

- Material
 - Beton K-250 = volume x harga bahan
 = 17,51 m³ x Rp. 918,332,00
 = Rp.16.078,157,00
- Upah
 - Operator = jumlah x durasi x harga upah
 = 4 orang x 1 hari x
 Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
 = Rp. 200.000,00
 - Mandor = jumlah x durasi x harga upah
 = 1 x 1 hari x
 Rp. 163,000,00
 = Rp. 163.000,00

- Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00
- Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00
- Alat
- Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 4 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 14.000,000,00
- Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 4 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 1.400,000,00
- Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok
lantai 2 membutuhkan :
- Durasi = 1 hari
- Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator
- Jumlah pekerja = 4 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh
- Total biaya = Rp. 31.927,307,00

i. Bawah atap 3

- Material
- Beton K-250 = volume x harga bahan
= 4,18 m³ x Rp. 918,332,00
= Rp. 3.834,954,00
- Upah
- Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 1 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam

= Rp. 50.000,00

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 163.000,00

Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 1 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 3.500,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 1 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 350,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok lantai 2 membutuhkan :

Durasi = 1 hari

Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator

Jumlah pekerja = 1 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh

Total biaya = Rp. 7.984,104,00

Data ini digunakan sebagai input data pada Ms.
Project.

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-8
s/d STR-13

4.9.4 Pengecoran Kolom

4.9.4.1 Volume Pengecoran Kolom

Pada proyek pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya, hanya memiliki 1 (satu) tipe kolom. Berikut ini adalah contoh perhitungan volume pengecoran pada kolom pedestal :

Dimensi kolom K1

Panjang kolom = 40 cm = 0,40 m

Lebar kolom = 60 cm = 0,60 m

Tinggi kolom = 80 cm = 0,80 m

Volume = 0,40 m x 0,60 m
x 0,80 m
= 0,192 m³

Total volume pengecoran kolom adalah sebagai berikut :

Pedestal	=	6,912 m ³
Lantai 1	=	34,56 m ³
Lantai 2	=	31,104 m ³
Lantai 3	=	31,104 m ³
Lantai 4	=	31,104 m ³
Lantai 5	=	31,104 m ³
Bawah atap	=	10,08 m ³
Mutu beton	=	K-250

4.9.4.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan jumlah grup yang di perlukan pada pekerjaan pengecoran adalah :

- Jumlah maksimal :

- $$\text{Mandor} = \frac{\text{koefisien mandor}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,083}{0,083} = 1$$

- $\text{Tukang} = \frac{\text{koefisien tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{0,275}{0,083} = 4$
- $\text{Pembantu Tukang} = \frac{\text{koefisien pembantu tukang}}{\text{koefisien mandor}} = \frac{1,65}{0,083} = 20$

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 mandor, 8 tukang)
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.9.4.3 Kapasitas Produksi Pekerjaan Pengecoran Kolom

Kapasitas produksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus ...

$$\begin{aligned}
 Q &= DC \times Ek \\
 &= 34 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \times 0,70 \times 0,75 \\
 &= 14,815 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4.9.4.4 Durasi Pekerjaan Pengecoran Kolom

Durasi pekerjaan pengecoran lantai kerja terdiri dari 4 (empat) macam yaitu waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (diperlukan jika truck mixer lebih dari satu), waktu operasional pengecoran, dan waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan beton ready mix dengan kapasitas truck mixer sebesar 5 m³.

- Pedestal
 - Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}} = \frac{6,912 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3} = 2 \text{ truck}$
 - Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

= 5 menit

Pemasangan pompa = 15 menit

Waktu tunggu pompa = 5 menit

Waktu penuangan = 10 menit

Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan

Waktu pergantian truck mixer = 2 x 5 menit

= 10 menit

Waktu pengujian slump = 2 x 5 menit

= 10 menit

Total Waktu = 20 menit

- Waktu Pengecoran

Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$

$$= \frac{6,912 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

= 27,99 menit

- Waktu Pasca Pelaksanaan

Pembersihan pompa = 10 menit

Pembongkaran pompa = 15 menit

Persiapan kembali = 5 menit

Total Waktu = 30 menit

Total durasi = 35 menit + 20 menit +

27,99 menit

= 82,99 menit

= 1 hari

• Lantai 1

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{34,56 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

= 7 truck

- Waktu Persiapan
 - Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 5 menit
 - Pemasangan pompa = 15 menit
 - Waktu tunggu pompa = 5 menit
 - Waktu penuangan = 10 menit
 - Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan
 - Waktu pergantian truck mixer = 7 x 5 menit
= 35 menit
 - Waktu pengujian slump = 7 x 5 menit
= 35 menit
 - Total Waktu = 70 menit

- Waktu Pengecoran
 - Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$

$$= \frac{34,56 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 139,96 \text{ menit}$$

- Waktu Pasca Pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 15 menit
 - Persiapan kembali = 5 menit
 - Total Waktu = 30 menit

- Total durasi = 35 menit + 20 menit +
139,96 menit
= 244,96 menit
= 1 hari

- Lantai 2
 - Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{31,104 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 7 \text{ truck}$$
 - Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

= 5 menit

Pemasangan pompa = 15 menit

Waktu tunggu pompa = 5 menit

Waktu penuangan = 10 menit

Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan

Waktu pergantian truck mixer = 7 x 5 menit

= 35 menit

Waktu pengujian slump = 7 x 5 menit

= 35 menit

Total Waktu = 70 menit

- Waktu Pengecoran

Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$

= $\frac{31,104 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$

= 125,97 menit

- Waktu Pasca Pelaksanaan

Pembersihan pompa = 10 menit

Pembongkaran pompa = 15 menit

Persiapan kembali = 5 menit

Total Waktu = 30 menit

Total durasi = 35 menit + 70 menit +

125,97 menit

= 230,97 menit

= 1 hari

• Lantai 3

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

= $\frac{31,104 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$

= 7 truck

- Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

= 5 menit

Pemasangan pompa = 15 menit

Waktu tunggu pompa = 5 menit

Waktu penuangan = 10 menit

Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan

Waktu pergantian truck mixer = 7 x 5 menit

= 35 menit

Waktu pengujian slump = 7 x 5 menit

= 35 menit

Total Waktu = 70 menit

- Waktu Pengecoran

Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$

$$= \frac{31,104 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 125,97 \text{ menit}$$

- Waktu Pasca Pelaksanaan

Pembersihan pompa = 10 menit

Pembongkaran pompa = 15 menit

Persiapan kembali = 5 menit

Total Waktu = 30 menit

Total durasi = 35 menit + 70 menit +

125,97 menit

= 230,97 menit

= 1 hari

• Lantai 4

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

$$= \frac{31,104 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 7 \text{ truck}$$

- Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump

= 5 menit

Pemasangan pompa = 15 menit

Waktu tunggu pompa = 5 menit

Waktu penuangan = 10 menit

Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan

Waktu pergantian truck mixer = 7 x 5 menit

= 35 menit

Waktu pengujian slump = 7 x 5 menit

= 35 menit

Total Waktu = 70 menit

- Waktu Pengecoran

Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$

= $\frac{31,104 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$

= 125,97 menit

- Waktu Pasca Pelaksanaan

Pembersihan pompa = 10 menit

Pembongkaran pompa = 15 menit

Persiapan kembali = 5 menit

Total Waktu = 30 menit

Total durasi = 35 menit + 70 menit +

125,97 menit

= 230,97 menit

= 1 hari

• Lantai 5

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$

= $\frac{31,104 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$

= 7 truck

- Waktu Persiapan
 - Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 5 menit
 - Pemasangan pompa = 15 menit
 - Waktu tunggu pompa = 5 menit
 - Waktu penuangan = 10 menit
 - Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan
 - Waktu pergantian truck mixer = 7 x 5 menit = 35 menit
 - Waktu pengujian slump = 7 x 5 menit = 35 menit
 - Total Waktu = 70 menit

- Waktu Pengecoran
 - Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$
 - = $\frac{31,104 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}}$
 - = 125,97 menit

- Waktu Pasca Pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 15 menit
 - Persiapan kembali = 5 menit
 - Total Waktu = 30 menit

- Total durasi = 35 menit + 70 menit + 125,97 menit = 230,97 menit = 1 hari

- Bawah Atap

- Jumlah truck mixer = $\frac{\text{vol.beton yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas truck mixer}}$
- = $\frac{10 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$
- = 2 truck

- Waktu Persiapan
 - Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 5 menit
 - Pemasangan pompa = 15 menit
 - Waktu tunggu pompa = 5 menit
 - Waktu penuangan = 10 menit
 - Total Waktu = 35 menit

- Waktu Persiapan Tambahan
 - Waktu pergantian truck mixer = 2 x 5 menit
= 10 menit
 - Waktu pengujian slump = 2 x 5 menit
= 10 menit
 - Total Waktu = 20 menit

- Waktu Pengecoran
 - Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi CP}} \times 60 \text{ menit}$
 - = $\frac{10 \text{ m}^3}{14,815 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit}$
 - = 40,82menit

- Waktu Pasca Pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 15 menit
 - Persiapan kembali = 5 menit
 - Total Waktu = 30 menit

- Total durasi = 35 menit + 20 menit +
40,82 menit
= 95,92 menit
= 1 hari

4.9.1.5 Perhitungan Biaya

- a. Pedestal
 - Material
 - Beton K-250 = volume x harga bahan
= $6,912 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00$
= Rp.6.616,464,00

- Upah Operator
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 2 orang x 1 hari x
 - Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
 - = Rp. 100.000,00

- Mandor
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x
 - Rp. 163,000,00
 - = Rp. 163.000,00

- Tukang
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
 - = Rp. 126,000,00

- Buruh
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
 - = Rp. 115,000,00
- Alat
 - Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
 - = 2 buah x 1 hari x
 - Rp. 3.500,000,00
 - = Rp. 7.000,000,00
 - Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
 - = 2 buah x 1 hari x
 - Rp. 350,000,00
 - = Rp. 700,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok pedestal membutuhkan :

- Durasi = 1 hari
- Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator
- Jumlah pekerja = 2 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh

Total biaya = Rp. 16.965.614,00

b. Lantai 1

- Material

Beton K-250 = volume x harga bahan
= $34,56 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00$
= Rp.33.082,318,00

- Upah

Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 7 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
= Rp. 350.000,00

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 163.000,00

Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 7 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 24.500,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 7 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 2.450,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok pedestal membutuhkan :

Durasi	= 1 hari
Alat yang digunakan	= Concrete pump, vibrator
Jumlah pekerja	= 7 operator, 1 mandor , 1 tukang, 1 buruh
Total biaya	= Rp. 60.642,468,00

c. Lantai 2

- Material

Beton K-250	= volume x harga bahan
	= $31,104 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00$
	= Rp.29.774,086,00

- Upah

Operator	= jumlah x durasi x harga upah
	= 7 orang x 1 hari x
	Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
	= Rp. 350.000,00

Mandor	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 1 hari x
	Rp. 163.000,00
	= Rp. 163.000,00

Tukang	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
	= Rp. 126,000,00

Buruh	= jumlah x durasi x harga upah
	= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
	= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump	= jumlah x durasi x harga sewa
---------------	--------------------------------

$$\begin{aligned}
 &= 7 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 3.500,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 24.500,000,00 \\
 \text{Vibrator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa} \\
 &= 7 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 350,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 2.450,000,00
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok pedestal membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} &= \text{Concrete pump,} \\
 &\quad \text{vibrator} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 7 \text{ operator, } 1 \\
 &\quad \text{mandor, } 1 \text{ tukang,} \\
 &\quad 1 \text{ buruh} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp. } 65.373.236,00
 \end{aligned}$$

d. Lantai 3

$$\begin{aligned}
 - \text{ Material} & \\
 \text{Beton K-250} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\
 &= 31,104 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00 \\
 &= \text{Rp. } 29.774,086,00 \\
 - \text{ Upah} & \\
 \text{Operator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 7 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 6,250,00/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 350.000,00 \\
 \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. } 163,000,00 \\
 &= \text{Rp. } 163.000,00 \\
 \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp. } 126,000,00
 \end{aligned}$$

= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 7 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 24.500,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 7 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 2.450,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok
pedestal membutuhkan :

Durasi = 1 hari

Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator

Jumlah pekerja = 7 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh

Total biaya = Rp. 65.373.236,00

e. Lantai 4

- Material

Beton K-250 = volume x harga bahan
= 31,104 m³ x Rp. 918,332,00
= Rp. 29.774,086,00

- Upah

Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 7 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
= Rp. 350.000,00

Mandor = jumlah x durasi x harga upah

$$\begin{aligned}
 &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. 163,000,00} \\
 &= \text{Rp. 163.000,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp. 126,000,00} \\
 &= \text{Rp. 126,000,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Buruh} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp. 115,000,00} \\
 &= \text{Rp. 115,000,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Alat} & \\
 \text{Concrete Pump} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa} \\
 &= 7 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. 3.500,000,00} \\
 &= \text{Rp. 24.500,000,00} \\
 \text{Vibrator} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{harga sewa} \\
 &= 7 \text{ buah} \times 1 \text{ hari} \times \\
 &\quad \text{Rp. 350,000,00} \\
 &= \text{Rp. 2.450,000,00}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok pedestal membutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Alat yang digunakan} &= \text{Concrete pump,} \\
 &\quad \text{vibrator} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= 7 \text{ operator, 1} \\
 &\quad \text{mandor, 1 tukang,} \\
 &\quad \text{1 buruh} \\
 \text{Total biaya} &= \text{Rp. 65.373.236,00}
 \end{aligned}$$

f. Lantai 5

$$\begin{aligned}
 - \text{Material} & \\
 \text{Beton K-250} &= \text{volume} \times \text{harga bahan} \\
 &= 31,104 \text{ m}^3 \times \text{Rp. 918,332,00} \\
 &= \text{Rp. 29.774,086,00}
 \end{aligned}$$

- Upah Operator
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 7 orang x 1 hari x
 - Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
 - = Rp. 350.000,00
- Mandor
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x
 - Rp. 163,000,00
 - = Rp. 163.000,00
- Tukang
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
 - = Rp. 126,000,00
- Buruh
 - = jumlah x durasi x harga upah
 - = 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
 - = Rp. 115,000,00
- Alat
 - Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
 - = 7 buah x 1 hari x
 - Rp. 3.500,000,00
 - = Rp. 24.500,000,00
 - Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
 - = 7 buah x 1 hari x
 - Rp. 350,000,00
 - = Rp. 2.450,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok pedestal membutuhkan :

- Durasi = 1 hari
- Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator
- Jumlah pekerja = 7 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh

Total biaya = Rp. 65.373.236,00

g. Bawah Atap

- Material

Beton K-250 = volume x harga bahan
= $10 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 918,332,00$
= Rp.9.649,009,00

- Upah

Operator = jumlah x durasi x harga upah
= 2 orang x 1 hari x
Rp. 6,250,00/jam x 8 jam
= Rp. 100.000,00

Mandor = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x
Rp. 163,000,00
= Rp. 163.000,00

Tukang = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 126,000,00
= Rp. 126,000,00

Buruh = jumlah x durasi x harga upah
= 1 x 1 hari x Rp. 115,000,00
= Rp. 115,000,00

- Alat

Concrete Pump = jumlah x durasi x harga sewa
= 2 buah x 1 hari x
Rp. 3.500,000,00
= Rp. 7.000,000,00

Vibrator = jumlah x durasi x harga sewa
= 7 buah x 1 hari x
Rp. 350,000,00
= Rp. 700,000,00

Dengan demikian, pekerjaan pengecoran balok pedestal membutuhkan :

Durasi = 1 hari

Alat yang digunakan = Concrete pump,
vibrator

Jumlah pekerja = 2 operator, 1
mandor , 1 tukang,
1 buruh

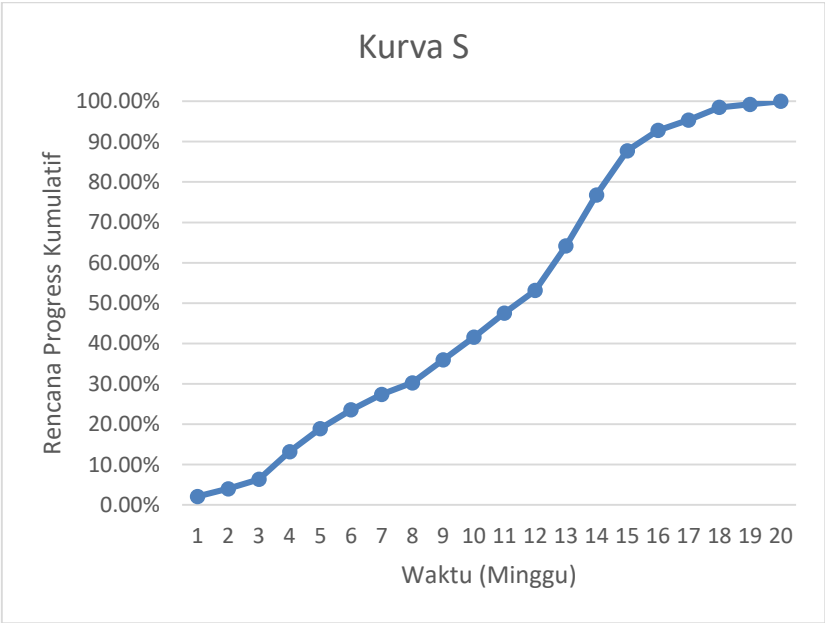
Total biaya = Rp.19.998.159,00

Data ini digunakan sebagai input data pada Ms.
Project

Gambar kerja dapat dilihat pada lampiran STR-9
s/d STR-13

4.10 Kurva S

Kurva S yang dihasilkan dari semua item pekerjaan dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu. Detail kurva S dapat dilihat pada lampiran 2.



4.11 Hubungan Antar Kegiatan dan Rincian Anggaran Pelaksanaan

Setelah dihitung dan didapatkan durasi dari setiap item pekerjaan, digunakan alat bantu *MS Project 2010* untuk memudahkan dalam perhitungan waktu total dari perencanaan pembangunan struktur gedung Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya.

Kebutuhan material, jumlah dan upah pekerja, serta sewa alat akan dimasukkan sebagai *input* data pada aplikasi tersebut, begitu pula dengan perpindahan atau ketergantungan antar pekerjaan (*predecessors*) yang dilakukan secara manual.

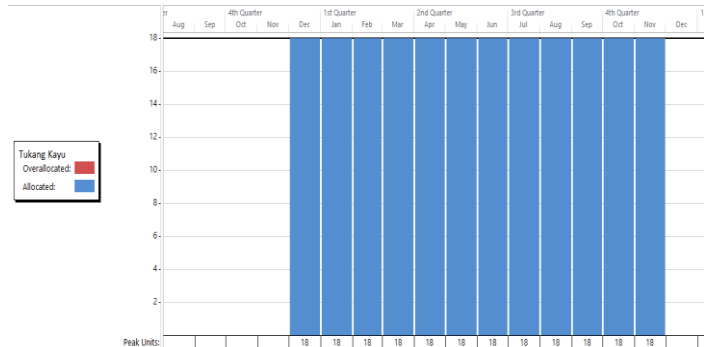
Penyusunan *predecessors* disesuaikan dengan urutan pekerjaan, urutan pekerjaan yaitu: Galian semi basement zona 1 > pemancangan zona 1 > galian zona 1 (pile cap + sloof) > pemotongan kepala tiang pancang zona 1 > urugan pasir zona 1 (pile cap + sloof + plat) > lantai kerja (pile cap + sloof + plat) > bekisting batu bata (pile cap + sloof) > pembesian (pile cap + sloof + plat) > pengecoran (pile cap + sloof + plat) > pembesian (kolom) > bekisting kayu (kolom) > pengecoran (kolom) > pembongkaran bekisting kayu (kolom). Untuk penyusunan *predecessors* akan tertera pada tabel 4.1 dalam penyusunan *predecessors* dapat juga menggunakan SS, FS, dan FF atau dengan mengkombinasikan +.....days maupun -.....days.

Hasil metode yang telah disusun, pembangunan struktur GEDUNG ASRAMA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA sebagai berikut:

6. Pembangunan dilaksanakan pada 1 November 2017 hingga 7 Desember 2018;
7. Pembangunan dilaksanakan selama 286 hari, dengan hari efektif senin-minggu;
8. Jam kerja pada pelaksanaan hanya 8 (delapan) jam, tanpa jam kerja tambahan;

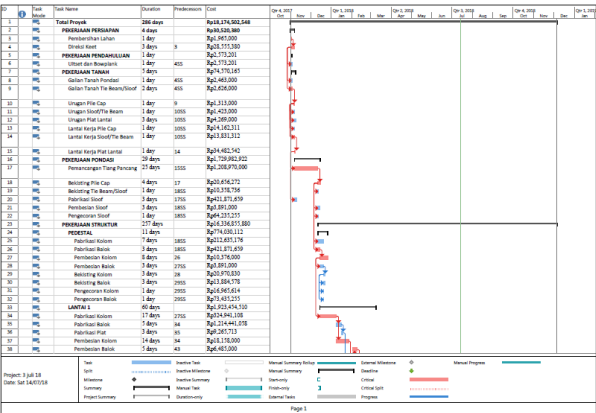
9. Dihasilkan biaya pelaksanaan sebesar Rp.18.174.502.548,00

Pengecekan (kontrol) yang dilakukan pada *MS Project* adalah pada *resource graph* (gambar 4.4). pada *resource graph* akan ditampilkan grafik yang menunjukkan kebutuhan tenaga kerja dan waktu tenaga kerja itu diperlukan. Grafik yang diinginkan adalah grafik yang tidak fluktuatif dan tidak putus antar grafik yang lain.



Gambar 4. 4 *Resource Graph*

Kemudian dilakukan kontrol pada *Bar Chart* untuk mengecek ada tidaknya lintasan kritis pada proses perencanaan tersebut. Lintasan kritis adalah lintasan dimana kegiatan-kegiatannya harus mendapat perhatian lebih, bila satu pekerjaan berhenti hanya satu hari saja, maka akan berpengaruh pada seluruh pekerjaan diluar lintasan kritis tersebut (durasinya mundur). Lintasan kritis dapat dilihat dengan diwarnainya diagram dengan warna merah dan lintasan kritis dikatakan benar apabila hanya terdapat satu lintasan saja (gambar 4.5).



Gambar 4. 5 Bar Chart

Tabel 4. 1 Contoh Rekap Durasi, Predecessors, Jumlah Pekerja, dan Material

No.	Item Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessor	Alat yang Digunakan	Jumlah Pekerja	Material	Keterangan
Pekerjaan Struktur Pedestal							
1	Galian Tanah	2		1 exc, 8 DT	1 Mandor , 20 Buruh	-	Hal.78
2	Pemancangan	25	1FS	1 Injection, Las	1 Op.Inj, 1Mandor, 1 Tukang	Tiang pancang, 88 joint	Hal.85
...

Dari tabel diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

No. = nomer dari item pekerjaan

Item Pekerjaan = nama pekerjaan yang disesuaikan dengan item pekerjaan yang telah direncanakan pada bab 2 dan 4)

Durasi	= diisi sesuai dengan perhitungan pada bab 4
Predecessor	= merupakan urutan pekerjaan yang disesuaikan dengan logika struktur
Alat yang digunakan	= diisi sesuai dengan yang direncanakan pada bab 4
Jumlah Pekerja	= diisi sesuai dengan yang direncanakan pada bab 4
Material	= diisi sesuai dengan material yang diperlukan (bab 4)

Contoh diambil tabel galian

No.	= 1
Item Pekerjaan	= Galian Tanah
Durasi	= 2 hari (halaman 78)
Predecessor	= setelah pekerjaan direksi keet
Jumlah Pekerja	= 1 Mandor , 20 Buruh (halaman 78)
Material	= tidak ada

Detail rekapan data untuk penginputan pada Ms Project lihat pada Lampiran 2.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari perencanaan dan metode yang digunakan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya memerlukan waktu 286 hari
2. Pembangunan Gedung Asrama Universitas Negeri Surabaya memerlukan biaya sebesar Rp.18.174.502.548,00

5.2. Saran

Dari pekerjaan yang telah dilakukan, didapatkan beberapa saran yang diharapkan dapat digunakan oleh pembaca untuk menyempurnakan pekerjaan di kemudian hari. Berikut ini adalah saran yang didasarkan dari proses kerja yang dilakukan:

1. Dalam mengerjakan bar bending harus benar-benar teliti. Perlu adanya cek ulang hasil perhitungan.
2. Jumlah pekerja dalam 1(satu) grup harus benar-benar dipertimbangkan dengan memerhatikan durasi dan biaya.
3. Jarak buang galian diasumsikan 10 km, maka perlu penelitian yang lebih akurat dengan lokasi buang yang sebenarnya untuk mendapatkan perhitungan yang lebih akurat pula.
4. Didalam penentuan produktifitas pekerjaan, sumber yang digunakan penulis berdasarkan sumber referensi Ir. Soedrajat dengan nilai yang diambil adalah nilai rata-rata sehingga dibutuhkan perhitungan dengan nilai range yang lain.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. I. R. Persada, “Tampak Depan.” PT. Inti Rimba Persada, Surabaya, 2015.
- [2] P. I. R. Persada, “Tampak Samping.” PT. Inti Rimba Persada, Surabaya, 2015.
- [3] A. Husen, *Managemen Proyek Edisi Revisi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2011.
- [4] H. Bachtiar Ibrahim, *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: Bumi Aksara, 1994.
- [5] A. S. S, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova, 1984.
- [6] J. Barr, “Customized Bar Bending Schedules and Quantity Reports,” 2015. [Daring]. Tersedia pada: http://www.microstationconnections.com/print_article.php?cpfeatureid=113027%0A%0A.
- [7] S.F Rostiyanti, *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT. Asdi Mahasatya, 2008.
- [8] M. T. et. a. Callahan, *Construction Project Schedulling*. New York: McGraw Hill, 1992.
- [9] Iman Soeharto, *Manajemen Proyek dan Konseptual hingga Operasional*. Jakarta: Erlangga, 1998.
- [10] I. Dipohusodo, *Manajemen Proyek dan Konstruksi*.

Jakarta: Kanisius, 1996.

- [11] I. dan L. Widiyanti, *Manajemen Konstruksi*. Bandung: Rosda, 2013.
- [12] A. Husen, *Manajemen Proyek Edisi Revisi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2011.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN